

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-173529

(43)Date of publication of application : 23.06.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/305
G03F 7/20
H01J 37/12
H01J 37/147
H01L 21/027

(21)Application number : 10-363071

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.12.1998

(72)Inventor : HASHIMOTO SUSUMU

ANDO KOJI

SUGIHARA KAZUYOSHI

MIYOSHI MOTOSUKE

YAMAZAKI YUICHIRO

KINOSHITA HIDETOSHI

WAKAYAMA SHIGERU

HAYASHI MASAKAZU

(30)Priority

Priority number : 09351160
10279075Priority date : 19.12.1997
30.09.1998

Priority country : JP

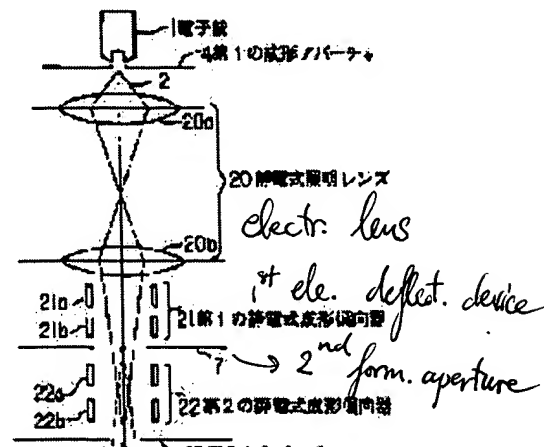
JP

(54) ELECTRON BEAM PLOTTING METHOD AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To miniaturize and simplify a system while holding the plotting accuracy by forming, contracting, projecting, and deflecting an electron beam, and making each component of an electro-optical system plotting on a sample an electrostatic system.

SOLUTION: A first forming aperture 4, an electrostatic lighting lens 20, a first electrostatic forming deflecting device 21, a second forming aperture 7, a second



electrostatic forming deflecting device 21, a third aperture 23, an electrostatic contraction lens 24, an electrostatic main deflecting objective lens 25, and an electron detector 12 are arranged on the optical axis of an electron gun 1 of an electron beam plotter device. An electron beam 2 formed into a desired aperture image is radiated so as to form a pattern. Common use of an electrostatic lens or an each component of the electro-optical system and a shield electrode used as an electrostatic deflecting device for an adjoining electrostatic lens and the electrostatic deflecting device can shorten the length of the whole electro-optical system and provide a small-size electron beam plotter device.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 J 37/305		H 0 1 J 37/305	B 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 4	G 0 3 F 7/20	5 0 4 5 C 0 3 3
H 0 1 J 37/12		H 0 1 J 37/12	5 C 0 3 4
37/147		37/147	C 5 F 0 5 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 4 1 B
審査請求 未請求 請求項の数39 O L (全 25 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-363071

(22) 出願日 平成10年12月21日 (1998. 12. 21)

(31) 優先権主張番号 特願平9-351160

(32) 優先日 平成9年12月19日 (1997. 12. 19)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平10-279075

(32) 優先日 平成10年9月30日 (1998. 9. 30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 橋本 進

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 安藤 厚司

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

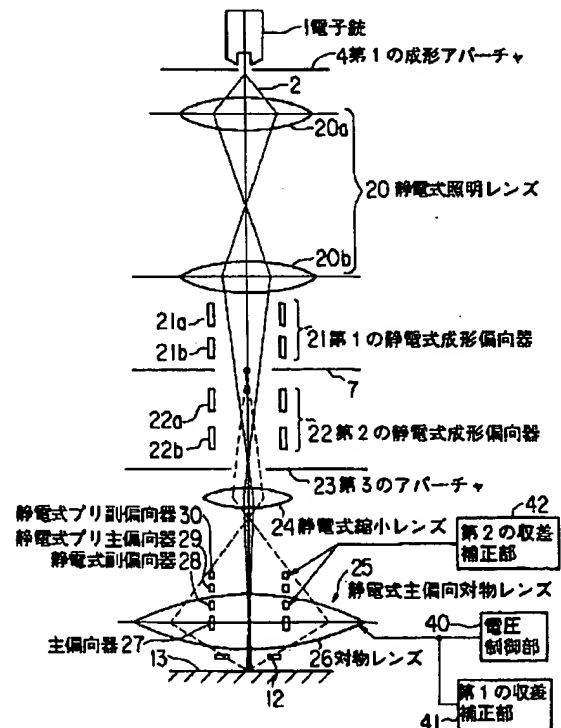
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子ビーム描画方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、パターン描画精度をキープしながらシステムの小型化・単純化を実現する。

【解決手段】 電子ビーム2を試料13面上に走査して描画を行う電子ビーム描画装置において、電子光学系の各構成要素として、静電式照明レンズ20、第1の静電式成形偏向器21、第2の静電式成形偏向器22、静電式縮小レンズ24、静電式主偏向対物レンズ25、静電式副偏向器28、静電式プリ主偏向器29、静電式プリ副偏向器30などの静電式の各レンズ及び偏向器から構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子ビームを電子光学系によって少なくとも成形や偏向、縮小投影して試料上に照射し、この試料上に描画を行う電子ビーム描画方法において、前記電子光学系における少なくとも前記成形や前記縮小投影、前記偏向を行う各構成要素を静電式として、前記試料上に描画を行うことを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項2】電子ビームに対して少なくとも成形や偏向し、この後に試料に対して縮小投影する電子光学系を備えた電子ビーム描画装置において、前記電子光学系は、少なくとも前記成形、前記縮小投影を行う静電式の各レンズ、及び前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器から構成されたことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項3】前記電子光学系は、電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、前記複数のアパーチャの各パターンの組み合わせから成るアパーチャ像を得るために前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器と、前記試料に前記電子ビームが照射されたときに発生する2次電子又は反射電子を検出する電子検出器と、を備えたことを特徴とする請求項2記載の電子ビーム描画装置。

【請求項4】前記主偏向対物レンズは、同一円周上に配置された複数の電極と、これら電極を挟んで対向配置された各シールド電極とから構成され、前記複数の電極に同一電圧を印加して前記電子ビームを収束させ、かつ前記複数の電極に電圧を印加して前記電子ビームを前記試料上の任意の位置に偏向させる電圧制御手段、を備えたことを特徴とする請求項3記載の電子ビーム描画装置。

【請求項5】前記主偏向対物レンズの前記複数の電極に同一電圧を印加し、かつ前記電子光学系で発生する収差に応じた補正量を前記複数の電極に加減印加する収差補

正手段を備えたことを特徴とする請求項4記載の電子ビーム描画装置。

【請求項6】前記静電式主偏向器から前記電子ビームの上流側に配置され、前記電子ビームを偏向して前記静電式主偏向器に対して収差を最小に制御する静電式プリ主偏向器と、前記静電式副偏向器の前記電子ビームの上流側に配置され、前記電子ビームを偏向して前記静電式副偏向器に対して収差を最小に制御する静電式プリ副偏向器と、を備えたことを特徴とする請求項3記載の電子ビーム描画装置。

【請求項7】前記電子ビームの進行方向に沿って前記静電式プリ副偏向器、前記静電式プリ主偏向器、前記静電式副偏向器及び前記静電式主偏向器を配置し、かつ隣接するこれら前記静電式プリ副偏向器、前記静電式プリ主偏向器、前記静電式副偏向器及び前記静電式主偏向器の各間でそれぞれシールド電極を共通構造にしたことを特徴とする請求項6記載の電子ビーム描画装置。

【請求項8】前記静電式主偏向器及び前記静電式プリ主偏向器の各両端側には、それぞれ各シールド電極が配置されたことを特徴とする請求項6記載の電子ビーム描画装置。

【請求項9】前記静電式主偏向器と前記静電式プリ主偏向器とは、前記収差を最小に制御するためにそれぞれの制御電圧の連動比を1:1に成立させるために、プリ主偏向センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されたことを特徴とする請求項6記載の電子ビーム描画装置。

【請求項10】前記静電式副偏向器と前記静電式プリ副偏向器とは、前記収差を最小に制御するためにそれぞれの制御電圧の連動比を1:1に成立させるために、プリ副偏向センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されたことを特徴とする請求項6記載の電子ビーム描画装置。

【請求項11】前記静電式主偏向器に対する前記静電式プリ主偏向器の制御電圧を加算方向に制御し、かつ前記静電式副偏向器に対する前記静電式プリ副偏向器の制御電圧を減算方向に制御する収差補正手段を備えたことを特徴とする請求項6記載の電子ビーム描画装置。

【請求項12】前記複数のアパーチャのうち不要なビームをカットするための前記アパーチャと前記静電式縮小レンズとを近接配置し、かつ前記静電式縮小レンズにおける内径の大きな方のシールド電極の厚さを内径の小さなシールド電極の厚さの少なくとも2倍以上に形成したことを特徴とする請求項3記載の電子ビーム描画装置。

【請求項13】前記主偏向対物レンズにおける内径の小さなシールド電極を前記電子検出器のシールド電極と隣接配置若しくは共用構造にし、かつ前記内径の小さなシールド電極の厚さを内径の大きなシールド電極の厚さの少なくとも2倍以上に形成したことを特徴とする請求項

3記載の電子ビーム描画装置。

【請求項14】前記電磁式対物レンズの磁気フィールド中に前記静電式主偏向器を配置したことを特徴とする請求項3記載の電子ビーム描画装置。

【請求項15】前記電磁式対物レンズを構成するコイルの巻回されたポールピースのギャップの中に、前記静電式主偏向器が配置された構造であることを特徴とする請求項14記載の電子ビーム描画装置。

【請求項16】前記ポールピースの先端部には、非磁性シールドが取り付けられたことを特徴とする請求項15記載の電子ビーム描画装置。

【請求項17】電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器と、前記電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部とを具備し、前記複数のアライメント部のうち隣接するアライメント部相互間に配置され、各アライメント部の相互干渉を防止するシールド部材を備えていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項18】前記シールド部材は、前記レンズ及び偏向器の少なくとも一方のシールド極を兼ねていることを特徴とする請求項17に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項19】前記アライメント部は、サドル型コイルを備えていることを特徴とする請求項17に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項20】電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、

前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、

前記複数のアパーチャの各パターンの組み合わせから成るアパーチャ像を得るために前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、

これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、

この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、

前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器と、

前記試料に前記電子ビームが照射されたときに発生する2次電子又は反射電子を検出する電子検出器と、

前記電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部と、

前記アライメント部相互間に配置され、アライメント部

の相互干渉を防止するシールド部材とを備えていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項21】前記シールド部材は、前記レンズ及び偏向器の少なくとも一方のシールド極を兼ねていることを特徴とする請求項20に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項22】前記アライメント部は、サドル型コイルを備えていることを特徴とする請求項20に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項23】電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、

前記電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、

前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器と、

前記電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部とを具備し、

前記アライメント部は、前記電子ビームが照射された前記アパーチャから得られたパターン像に基づいて、アライメントの調整を行うことを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項24】前記アパーチャは、前記各レンズ、前記偏向器及び前記アライメント部から電氣的に絶縁されていることを特徴とする請求項23に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項25】電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器を用いて描画を行う電子ビーム描画方法において、

前記電子ビームに成形、縮小投影、偏向を行うための電圧が印加する第1の電圧印加工程と、

前記第1の電圧印加工程で発生する空間電荷効果を低減するための前記電圧と逆極性の電圧を印加する第2の電圧印加工程とを備えていることを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項26】電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器とを具備し、

前記各レンズ及び偏向器のうち少なくとも一つには、前記電子ビームに作用するように所定の電圧が印加される第1の電極と、この第1の電極に対向配置され前記電圧と逆極性の電圧が印加される第2の電極とが設けられていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項27】前記第2の電極は、前記第1の電極に対し、前記電子ビームの進行方向側に設けられていることを特徴とする請求項26に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項28】前記第2の電極は、前記各レンズ及び偏向器のうち対物レンズに設けられていることを特徴とする請求項26に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項29】前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.2～

1. 2倍であることを特徴とする請求項26に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項30】前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.5～1倍であることを特徴とする請求項26に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項31】電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、

前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、

これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、

この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、

前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、

前記静電式縮小レンズ及び前記対物レンズの少なくとも一方は、前記電子ビームに作用するように所定の電圧が印加される第1の電極と、この第1の電極に対向配置され前記電圧と逆極性の電圧が印加される第2の電極とが設けられていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項32】前記第2の電極は、前記第1の電極に対し、前記電子ビームの進行方向側に設けられていることを特徴とする請求項31に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項33】前記第2の電極は、前記対物レンズに設けられていることを特徴とする請求項31に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項34】前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.2～1.2倍であることを特徴とする請求項31に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項35】前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.5～1倍であることを特徴とする請求項31に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項36】電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器を用いて描画を行う電子ビーム描画方法において、

前記電子ビームをアパーチャに設けられたセルを用いて成形する成形工程と、

前記電子ビームを縮小投影工程とを備え、

前記縮小投影工程は、前記アパーチャ上のセルに照射される前記電子ビームの位置に基づいて前記縮小投影工程における縮小率を制御することを特徴とする電子ビーム描画方法。

【請求項37】電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、

前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、

前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、

これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、

この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、

前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、

前記アパーチャ上のセルの位置に基づいて、前記投影されるパターン像の縮小率を制御する制御部とを備えていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【請求項38】前記制御部は、前記静電式照明レンズの照明倍率を制御するものであることを特徴とする請求項37に記載の電子ビーム描画装置。

【請求項39】電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、

前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、

前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、

これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、

この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、

前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、

前記アパーチャ上のセルの位置にかかわらず前記投影されるパターン像の大きさを一定とするように前記セルの位置に基づいて前記セルの大きさが定められていることを特徴とする電子ビーム描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子銃から放出された電子ビームを成形や偏向し、さらに縮小投影して試料上に照射し、この試料上に描画を行う電子ビーム描画方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】このような電子ビーム描画装置によるパターン描画は、光波長より短い電子ビーム（電子線）の波長レベルの分解能の精度で描画可能であり、高い解像度でパターンを形成できるものである。

【0003】反面、このパターン描画は、光露光によるマスク描画方式と異なり、完成パターンを小さな分割パターンビームで直接描画するので、描画に時間がかかるという問題がある。

【0004】それでも、高精度の細線パターンを形成できるという特徴を持っていることから、光露光方式のリソグラフィ技術の次の技術、或いはASIC（特定用途向け集積回路）などの多品種少量生産の半導体製造に有力なツールとして発展している。

【0005】パターン描画の方法としては、小さな丸形状の電子ビームをON/OFF制御しながら試料面上に全面スキャンしてパターンを形成する第1の方法と、ステンシリアルパーチャを通過した電子ビームを試料面上に照射してパターン描画するVSB描画の第2の方法とがある。

【0006】このうちVSB描画を発展させ、繰り返しのパターンを1つのブロックとしてステンシルとして準備し、これを選択描画することで高速描画する一括描画方式の電子ビーム描画の技術も開発されている。

【0007】図21はこのようなVSB描画方式を用いた電子ビーム描画装置の代表例を示す構成図である。

【0008】電子銃1から放出される電子ビーム2の光軸上には、電子光学系として、照明レンズ3、第1の成形アパーチャ4、投影レンズ5、成形偏向器6、第2の成形アパーチャ7、縮小レンズ8、対物レンズ9、主偏向器10、副偏向器11、電子検出器12などが配置されている。

【0009】このうち第1の成形アパーチャ4には、例えば図22に示すように矩形のアパーチャ4aが形成され、第2の成形アパーチャ7には、例えば図23に示すように菱形と矩形とを組み合わせたセルアパーチャ7aなどの各種形状の複数のアパーチャ7b、7c、…が形成されている。

【0010】このような構成であれば、半導体ウエハ等の試料13に対して描画を行う場合、電子銃1から放出され加速された電子ビーム2は、照明レンズ3により均一な電子ビームに整えられ、第1の成形アパーチャ4を通過することで矩形に成形され、投影レンズ5によって第2の成形アパーチャ7に投影される。

【0011】このとき、電子ビームの第2の成形アパーチャ7に対する照射位置は、例えばCADデータに従ったビームパターン形状及びその面積になるように成形偏向器6によって制御される。

【0012】例えば、図24に示すように矩形のアパーチャ4aを通過した矩形の電子ビームを成形偏向器6により偏向し、菱形・矩形のセルアパーチャ7aの一辺に照射させると、例えば三角形の電子ビーム2aが成形される。

【0013】この第2の成形アパーチャ7を通過した電子ビームは、縮小レンズ8及び対物レンズ9によって試料13面上に縮小投影され、かつこのときの試料13面上に対する電子ビームの描画位置は、主偏向器10及び副偏向器11により制御される。

【0014】すなわち、主偏向器10は、試料13に対して描画照射領域のストライプ内位置を図示しないXYステージの位置を参照しながら制御し、かつ副偏向器11は、ストライプ内を細かく分割した描画範囲に対してその位置制御を行う。

【0015】このように制御された電子ビームパターンを連続的にショットすることで、試料面上にパターンを形成する。又、パターン描画の前には、電子ビームのアライメント調整を行なっている。

【0016】試料13に電子ビームが照射されると、試料13からは2次電子や反射電子が発生する。

【0017】対物レンズ9の下方に配置された電子検出器12は、2次電子や反射電子を検出し、その検出信号を出力する。

【0018】従って、電子検出器12から出力される検出信号を処理することで、SEM像の検出やビーム調整の制御を行っている。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】このような電子ビーム描画装置の電子光学系は、照明レンズ3や投影レンズ5、縮小レンズ8、対物レンズ9などを電磁レンズで構成するとともに、成形偏向器6や主偏向器10、副偏向器11などを静電偏向器で構成するとともに、これらレンズや偏向器の総合的な光学系特性、ビーム制御法で構築し、かつ機械的な組み立て精度、コンタミネーションなどの影響を十分考慮した構成を余儀なくされている。

【0020】しかるに、電子光学系に電磁レンズを使用し、光学的に設計から求めた偏向器を電磁レンズと重畳或いは近傍に配置させるので、電磁レンズの内径を大きく形成し、この電磁レンズ内部に偏向器を内蔵する複雑な構造を取っている。

【0021】又、ビーム解像度を高めるために、電子ビームの加速電圧を高くし、高加速度に加速した電子ビームを例えば試料13面のレジストに打ち込む方式を取っている。

【0022】一方、試料13面のレジスト下面には各種

の多層薄膜が形成されているので、電子ビームは、レジストを透過した後、その一部が多層薄膜で反射し、散乱電子ビームとなって再びレジストを透過して戻る現象が発生したり、電子ビームパターンのショット粗密バラツキ状態により、ビーム照射量の相互干渉が発生する。

【0023】このような現象が発生すると、パターン描画されたレジストに散乱電子ビームによるボケ露光、いわゆる近接効果が発生し、描画パターンにぼけが発生するとともに解像度が劣化する。

【0024】このため、高い解像度のパターン描画を行うためには、本来のパターン描画制御の他に、近接効果を補正キャンセルする目的で、パターン形状に応じた近接効果補正制御を行うことが余儀なくされている。

【0025】これによって電子光学系や制御手段の面でも大掛かりなシステムを必要とし、システムが複雑化し、この複雑化が装置のトラブルを誘発し、結果的にパターン描画の精度が低下するという問題を抱えている。

【0026】さらに、精度及びスループットを高める機能を盛り込むに従い、益々巨大化したシステムとなってしまう。

【0027】そこで本発明は、パターン描画精度をキープしながらシステムの小型化・単純化が実現できる電子ビーム描画方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0028】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、電子ビームを電子光学系によって少なくとも成形や偏向、縮小投影して試料上に照射し、この試料上に描画を行う電子ビーム描画方法において、電子光学系における少なくとも成形や縮小投影、偏向を行う各構成要素を静電式として、試料上に描画を行う電子ビーム描画方法である。

【0029】請求項2によれば、電子ビームに対して少なくとも成形や偏向し、この後に試料に対して縮小投影する電子光学系を備えた電子ビーム描画装置において、電子光学系は、少なくとも成形、縮小投影を行う静電式の各レンズ、及び電子ビームを偏向する静電式の偏向器から構成された電子ビーム描画装置である。

【0030】請求項3によれば、請求項2記載の電子ビーム描画装置において、電子光学系は、電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、複数のアパーチャの各パターンの組み合わせから成るアパーチャ像を得るために静電式照明レンズにより調整された電子ビームを偏向してアパーチャに対する照射位置を制御し、かつアパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通過した電子ビームを試料上に縮小投影する静電式又

は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより試料上に縮小投影される電子ビームを試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、静電式主偏向器の走査領域内で電子ビームを偏向する静電式副偏向器と、試料に電子ビームが照射されたときに発生する2次電子又は反射電子を検出する電子検出器とを備えている。

【0031】請求項4によれば、請求項3記載の電子ビーム描画装置において、主偏向対物レンズは、同一円周上に配置された複数の電極と、これら電極を挟んで対向配置された各シールド電極とから構成され、複数の電極に同一電圧を印加して電子ビームを収束させ、かつ複数の電極に電圧を印加して電子ビームを試料上の任意の位置に偏向させる電圧制御手段を備えている。

【0032】請求項5によれば、請求項4記載の電子ビーム描画装置において、主偏向対物レンズの複数の電極に同一電圧を印加し、かつ電子光学系で発生する収差に応じた補正量を複数の電極に加減印加する収差補正手段を備えた。

【0033】請求項6によれば、請求項3記載の電子ビーム描画装置において、静電式主偏向器から電子ビームの上流側に配置され、電子ビームを偏向して静電式主偏向器に対して収差を最小に制御する静電式プリ主偏向器と、静電式副偏向器の電子ビームの上流側に配置され、電子ビームを偏向して静電式副偏向器に対して収差を最小に制御する静電式プリ副偏向器とを備えた。

【0034】請求項7によれば、請求項6記載の電子ビーム描画装置において、電子ビームの進行方向に沿って静電式プリ副偏向器、静電式プリ主偏向器、静電式副偏向器及び静電式主偏向器を配置し、かつ隣接するこれら静電式プリ副偏向器、静電式プリ主偏向器、静電式副偏向器及び静電式主偏向器の各間でそれぞれシールド電極を共通構造にした。

【0035】請求項8によれば、請求項6記載の電子ビーム描画装置において、静電式主偏向器及び静電式プリ主偏向器の各両端側には、それぞれ各シールド電極が配置されている。

【0036】請求項9によれば、請求項6記載の電子ビーム描画装置において、静電式主偏向器と静電式プリ主偏向器とは、収差を最小に制御するためにそれぞれの制御電圧の連動比を1:1に成立させるために、プリ主偏向センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されている。

【0037】請求項10によれば、請求項6記載の電子ビーム描画装置において、静電式副偏向器と静電式プリ副偏向器とは、収差を最小に制御するためにそれぞれの制御電圧の連動比を1:1に成立させるために、プリ副偏向センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されている。

【0038】請求項11によれば、請求項6記載の電子

ビーム描画装置において、静電式主偏向器に対する静電式プリ主偏向器の制御電圧を加算方向に制御し、かつ静電式副偏向器に対する静電式プリ副偏向器の制御電圧を減算方向に制御する収差補正手段を備えた。

【0039】請求項12によれば、請求項3記載の電子ビーム描画装置において、複数のアパーチャのうち不要なビームをカットするためのアパーチャと静電式縮小レンズとを近接配置し、かつ静電式縮小レンズにおける内径の大きな方のシールド電極の厚さを内径の小さなシールド電極の厚さの少なくとも2倍以上に形成した。

【0040】請求項13によれば、請求項3記載の電子ビーム描画装置において、主偏向対物レンズにおける内径の小さなシールド電極を電子検出器のシールド電極と隣接配置若しくは共用構造にし、かつ内径の小さなシールド電極の厚さを内径の大きなシールド電極の厚さの少なくとも2倍以上に形成した。

【0041】請求項14によれば、請求項3記載の電子ビーム描画装置において、電磁式対物レンズの磁気フィールド中に静電式主偏向器を配置した。

【0042】請求項15によれば、請求項14記載の電子ビーム描画装置において、電磁式対物レンズを構成するコイルの巻回されたポールピースのギャップの中に、静電式主偏向器が配置された構造である。

【0043】請求項16によれば、請求項15記載の電子ビーム描画装置において、ポールピースの先端部には、非磁性シールドが取り付けられている。

【0044】請求項17によれば、電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、電子ビームを偏向する静電式の偏向器と、電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部とを具備し、複数のアライメント部のうち隣接するアライメント部相互間に配置され、各アライメント部の相互干渉を防止するシールド部材を備えている。

【0045】請求項18によれば、請求項17記載の電子ビーム描画装置において、シールド部材は、レンズ及び偏向器の少なくとも一方のシールド極を兼ねている。

【0046】請求項19によれば、請求項17記載の電子ビーム描画装置において、アライメント部は、サドル型コイルを備えている。

【0047】請求項20によれば、電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、複数のアパーチャの各パターンの組み合わせから成るアパーチャ像を得るために静電式照明レンズにより調整された電子ビームを偏向してアパーチャに対する照射位置を制御し、かつアパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通

過した電子ビームを試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより試料上に縮小投影される電子ビームを試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、静電式主偏向器の走査領域内で電子ビームを偏向する静電式副偏向器と、試料に電子ビームが照射されたときに発生する2次電子又は反射電子を検出する電子検出器と、電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部と、アライメント部相互間に配置され、アライメント部の相互干渉を防止するシールド部材とを備えている。

【0048】請求項21によれば、請求項20記載の電子ビーム描画装置において、シールド部材は、レンズ及び偏向器の少なくとも一方のシールド極を兼ねている。

【0049】請求項22によれば、請求項20記載の電子ビーム描画装置において、アライメント部は、サドル型コイルを備えている。

【0050】請求項23によれば、電子ビームを任意の形状に調整するためにそれぞれ所定の位置に配置された複数のアパーチャと、電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、電子ビームを偏向する静電式の偏向器と、電子ビームの光軸を調整する複数のアライメント部とを具備し、アライメント部は、電子ビームが照射されたアパーチャから得られたパターン像に基づいて、アライメントの調整を行う。

【0051】請求項24によれば、請求項23記載の電子ビーム描画装置において、アパーチャは、各レンズ、偏向器及びアライメント部から電気的に絶縁されている。

【0052】請求項25によれば、電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器を用いて描画を行う電子ビーム描画方法において、前記電子ビームに成形、縮小投影、偏向を行うための電圧が印加する第1の電圧印加工程と、前記第1の電圧印加工程で発生する空間電荷効果を低減するための前記電圧と逆極性の電圧を印加する第2の電圧印加工程とを備え、空間電荷効果を低減し、パターン像のぼけの発生を低減する。

【0053】請求項26によれば、電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器とを具備し、前記各レンズ及び偏向器のうち少なくとも一つには、前記電子ビームに作用するように所定の電圧が印加される第1の電極と、この第1の電極に対向配置され前記電圧と逆極性の電圧が印加される第2の電極とが設け、空間電荷効果を低減し、パターン像のぼけの発生を低減する。

【0054】請求項27によれば、請求項26記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極は、前記第1の電極に対し、前記電子ビームの進行方向側に設けられている。

【0055】請求項28によれば、請求項26記載の電

子ビーム描画装置において、前記第2の電極は、前記各レンズ及び偏向器のうち対物レンズに設けられている。

【0056】請求項29によれば、請求項26記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.2～1.2倍である。

【0057】請求項30によれば、請求項26記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.5～1倍である。

【0058】請求項31によれば、電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、前記静電式縮小レンズ及び前記対物レンズの少なくとも一方は、前記電子ビームに作用するように所定の電圧が印加される第1の電極と、この第1の電極に対向配置され前記電圧と逆極性の電圧が印加される第2の電極とが設け、空間電荷効果を低減し、パターン像のぼけの発生を低減する。

【0059】請求項32によれば、請求項31記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極は、前記第1の電極に対し、前記電子ビームの進行方向側に設けられている。

【0060】請求項33によれば、請求項31記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極は、前記対物レンズに設けられている。

【0061】請求項34によれば、請求項31記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.2～1.2倍である。

【0062】請求項35によれば、請求項31記載の電子ビーム描画装置において、前記第2の電極に印加する電圧の絶対値は、前記第1の電極に印加する電圧の絶対値の0.5～1倍である。

【0063】請求項36によれば、電子ビームに対して成形、縮小投影を行う静電式の各レンズと、前記電子ビームを偏向する静電式の偏向器を用いて描画を行う電子ビーム描画方法において、前記電子ビームをアパーチャ

に設けられたセルを用いて成形する成形工程と、前記電子ビームを縮小投影工程とを備え、前記縮小投影工程は、前記アパーチャ上のセルに照射される前記電子ビームの位置に基づいて前記縮小投影工程における縮小率を制御する。

【0064】請求項37によれば、電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、前記アパーチャ上のセルの位置に基づいて、前記投影されるパターン像の縮小率を制御する制御部とを備えている。

【0065】請求項38によれば、請求項37記載の電子ビーム描画装置において、前記制御部は、前記静電式照明レンズの照明倍率を制御するものである。

【0066】請求項39によれば、電子ビームを任意の形状に調整するために所定の位置に配置されたアパーチャと、前記電子ビームを照明用ビームの電子ビームに調整する静電式照明レンズと、前記静電式照明レンズにより調整された前記電子ビームを偏向して前記アパーチャに対する照射位置を制御し、かつ前記アパーチャを通過して得られたパターン像の電子ビームを元の光軸上に戻す少なくとも2つの静電式成形偏向器と、これら静電式成形偏向器を通過した前記電子ビームを縮小する静電式縮小レンズと、この静電式縮小レンズを通過した前記電子ビームを前記試料上に縮小投影する静電式又は電磁式の対物レンズ、及びこの対物レンズにより前記試料上に縮小投影される前記電子ビームを前記試料上に偏向して描画する静電式主偏向器から成る主偏向対物レンズと、前記静電式主偏向器の走査領域内で前記電子ビームを偏向する静電式副偏向器とを備え、前記アパーチャ上のセルの位置にかかわらず前記投影されるパターン像の大きさを一定とするように前記セルの位置に基づいて前記セルの大きさが定められている。

【0067】

【発明の実施の形態】(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図21と同一部分には同一符号を付してある。

【0068】図1は電子ビーム描画装置の構成図であ

り、図2は同装置の断面構造を示す図である。

【0069】 先ず、全体の配置を説明すると、電子銃1から放出される電子ビーム2の光軸上には、電子光学系の各構成要素として、第1の成形アパーチャ4、静電式照明レンズ20、第1の静電式成形偏向器21、第2の成形アパーチャ7、第2の静電式成形偏向器22、第3のアパーチャ23、静電式縮小レンズ24、静電式主偏向対物レンズ25及び電子検出器12が配置されている。

【0070】 このうち静電式主偏向対物レンズ25は、静電式対物レンズ26と静電式主偏向器27とから構成されている。

【0071】 又、電子ビーム2の光軸において、静電式主偏向対物レンズ25の上流側には、静電式副偏向器28、静電式プリ主偏向器29、静電式プリ副偏向器30が配置されている。

【0072】 次に上記電子光学系の各構成要素について説明する。

【0073】 第1の成形アパーチャ4には、上記同様に例えば図22に示すように矩形又は円形のセルアパーチャ4aが形成され、第2の成形アパーチャ7には、例えば図23に示すように菱形と矩形とを組み合わせたセルアパーチャ7aなどの各種形状の複数のセルアパーチャ7b、7c、…が形成されている。

【0074】 静電式照明レンズ20は、電子銃1から放出された電子ビーム2を均一な電子ビーム（照明ビーム）に整えるもので、第1の照明レンズ20a及び第2の照明レンズ20bを光軸上に配置したものとなっている。

【0075】 これら第1及び第2の照明レンズ20a、20bは、それぞれ静電式レンズから構成されるもので、図3に示すように負電圧を印加した電極（エレクトロード）20-1の両側に各電極20-2、20-3を配置し、これら電極20-2、20-3を共にグラウンド（G）に落としたアインツェル型のレンズにより構成されている。

【0076】 このうち第2の照明レンズ20bのクロスオーバーは、第3のアパーチャ23の位置に結像するように構成し、かつ第1及び第2の照明レンズ20a、20bに対する印加電圧を変化制御することで、照明ビームの倍率を任意に選択でき、照明ビームの試料面上での電流密度を制御する構成となっている。

【0077】 第1の静電式成形偏向器21は、各偏向器21a、21bから成り、試料13面上に所望のアパーチャ像を得るために静電式照明レンズ20により形成された電子ビームを偏向し、第2の成形アパーチャ7に対する照射位置を制御する機能を有している。

【0078】 第2の静電式成形偏向器22は、各偏向器22a、22bから成り、第2のアパーチャ成形7を通過して得られたアパーチャ像の電子ビームを元の光軸上

に戻す機能を有している。

【0079】 これら第1及び第2の静電式成形偏向器21、22は、図4に示すように8極の電極31の両側に各電極32、33を配置し、これら電極32、33を共にグラウンド（G）に落としたもので、8極の電極31のそれぞれに各電圧V1～V8を独立に印加して、電子ビームを偏向制御するものとなっている。

【0080】 又、これら第1及び第2の静電式成形偏向器21、22は、例えば各偏向器21a、21b、22a、22bの構成・形状を同一に設計すると、これら4つの電圧連動比を、例えば、 $+V_i : -V_i : -V_i : +V_i$ や、 $-V_i : +V_i : +V_i : -V_i$ の組み合わせの連動比の電圧で制御でき、共通の制御電圧の極性を違えた形で制御可能で、電気回路形を簡略化できるものである。

【0081】 さらに、これら第1及び第2の静電式成形偏向器21、22には、図2に示すように各シールド電極34、35、36、及び、37、38、39がそれぞれ設けられている。そして、これら第1及び第2の静電式成形偏向器21、22が連続かつ隣接して配置されている場合には、相互の電場が偏向制御に影響を及ぼさないようにシールドで遮断された構造となっている。

【0082】 特に低加速の電子銃1を適用した電子光学系で構成する場合、電子ビーム2のクロスオーバーポイントで電子のクーロン反発現象が顕著になるため、電子光学系の長さを極力短く設計することがポイントになるので、本発明装置では、その対策として、図2に示すように隣接するシールド電極35、38を共用することで、隣接偏向器の干渉を防ぐ構成とし、光路長を短小化する構造にしている。

【0083】 静電式縮小レンズ24は、第1及び第2の静電式成形偏向器21、22を通過した電子ビームを縮小するものである。

【0084】 この静電式縮小レンズ24の上部には、第3のアパーチャ23が設置されている。この第3のアパーチャ23は、第1及び第2の成形アパーチャ4、7等で散乱された不要なビームをカットするために設けられている。

【0085】 この第3のアパーチャ23は、静電式縮小レンズ24に対して近接する位置に設けられているので、図2に示すように静電式縮小レンズ24に接合した構造となっている。

【0086】 この場合、静電式縮小レンズ24の上側シールド電極24aの厚さは、下側シールド電極24bの厚さの少なくとも2倍以上の厚さに形成し、これにより内径が異なったシールド電極を連続させることで生じる不連続のビーム軌道が発生しない安定した光学系としている。

【0087】 主偏向対物レンズ25は、上記図4に示す静電式成形偏向器と同様に、同一円周上に配置された4

倍数の多極に分割された複数の電極と、これら電極を挟んで対向配置された各シールド電極とから構成され、このうち各シールド電極は共にグラウンドに落とされている。

【0088】そして、この主偏向対物レンズ25は、上記の如く1つの構造で静電式対物レンズ26と静電式主偏向器27の双方の機能を有して動作する。そしてこれら静電式対物レンズ26及び静電式主偏向器27には、電圧制御部40が接続されている。そして、この電圧制御部40による静電式対物レンズ26と静電式主偏向器27とに対する電圧制御により、これら静電式対物レンズ26と静電式主偏向器27とは次のような機能を有する。

【0089】静電式対物レンズ26は、静電式縮小レンズ24を通過した電子ビームを試料13上に縮小投影するもので、電極に同じ電圧が印加されることによって電子ビーム2を収束させるものとなる。

【0090】静電式主偏向器27は、静電式対物レンズ26により試料13上に縮小投影される電子ビームを試料13上に偏向して描画するもので、電極にレンズ収束電圧とは別の独立制御電圧が加減演算されて印加され、電子ビームを試料13の面上の任意の位置に移動させるものとなる。

【0091】又、これら静電式対物レンズ26及び静電式主偏向器27には、第1の収差補正部41が接続されている。

【0092】この収差補正部41は、主偏向対物レンズ25に対しての電子光学系で発生する収差に応じた補正量を複数の電極に加減印加して主偏向系で発生する収差を最小化する制御機能を有している。

【0093】上記静電式副偏向器28は、静電式主偏向器27の走査領域内で電子ビームを微小偏向する機能を有している。

【0094】静電式プリ主偏向器29は、静電式主偏向器27に対して電子ビームの上流側に配置され、電子ビーム2を偏向し、試料13面でビーム偏光制御に応じて発生する各種レンズ収差及び偏向収差を最小に制御する機能を有している。

【0095】これら静電式主偏向器27及び静電式プリ主偏向器29は、試料13面のビーム偏向に応じて発生する各種レンズ収差及び偏向収差を最小にする条件を制御連動比1:1の制御電圧条件で成立するようにプリ主偏向センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されている。

【0096】さらに、これら静電式主偏向器27及び静電式プリ主偏向器29の両端には、隣接した偏向器の影響をなくすためにシールド電極27aが設けられている。

【0097】このようにプリ主偏向センタエレクトロードの軸方向の長さ又は内径を設け、かつ静電式プリ主

偏向器29、静電式プリ副偏向器30の両端側にシールド電極を配置することにより、静電式プリ主偏向器29と静電式主偏向器27とを同一電圧値の条件で制御できる。

【0098】静電式プリ副偏向器30は、電子ビーム2を偏向し、試料13面のビーム副偏向に応じて発生する各種レンズ収差及び副偏向収差を最小に制御する機能を有している。

【0099】上記静電式副偏向器28と静電式プリ副偏向器30とは、制御連動比1:1の制御電圧条件で成立するようにプリ副偏向器センタエレクトロードの軸方向長さ又は内径が調整されている。

【0100】さらに、これら静電式副偏向器28と静電式プリ副偏向器30の両端には、隣接した偏向器の影響をなくすために各シールド電極28a、28b、30a、30bが設けられている。

【0101】このようにプリ副偏向センタエレクトロードの軸方向の長さ又は内径を設け、かつ静電式プリ副偏向器30、静電式プリ副偏向器30の両端側にシールド電極を配置することにより、静電式プリ副偏向器30と静電式副偏向器28とを同一電圧値の条件で制御できる。

【0102】又、静電式プリ主偏向器29と静電式プリ副偏向器30とには、第2の収差補正部42が接続されている。

【0103】この第2の収差補正部42は、図5に示すように静電式主偏向器27に対する静電式プリ主偏向器29の制御電圧を加算方向に制御し、かつ図6に示すように静電式副偏向器28に対する静電式プリ副偏向器30の制御電圧を減算方向に制御し、総合的な収差を最小化する機能を有している。

【0104】ところで、上記静電式プリ副偏向器30、静電式プリ主偏向器29、静電式副偏向器28及び静電式主偏向器27は、電子ビーム2の進行方向に沿って配置されており、これら隣接する静電式プリ副偏向器30、静電式プリ主偏向器29、静電式副偏向器28及び静電式主偏向器27の各間には、それぞれ各シールド電極30b(29a)、28a(29b)、28b(27a)が共用するように配置されている。

【0105】このような各シールド電極を用いることにより相互干渉を防ぐことができ、これより電子光学系全体の長さを短小化し、レンズ収差、偏向収差を小さくしている。

【0106】主偏向対物レンズ25の下方には、上記電子検出器12が配置されている。そして、この主偏向対物レンズ25における下側シールド電極43は、図7に示すように電子検出器12のシールド電極として共用する構造になっている。この場合、下側シールド電極43の厚さは、上側シールド電極28b(27a)の厚さの少なくとも2倍以上に形成されている。

【0107】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0108】試料13は、XYテーブル44上に載置される。

【0109】電子銃1から放出された電子ビーム2は、矩形又は円形のセルアパーチャを有する第1の成形アパーチャ4に照射され、この第1の成形アパーチャ4を通過する。

【0110】電子式照明レンズ20は、第1の成形アパーチャ4を通過した電子ビーム2に対し、第2の成形アパーチャ7における目的の1個のセルアパーチャに対して十分大きく、かつ隣接するセルアパーチャに干渉しない大きさのビーム径に拡大する。

【0111】このとき、第2の照明レンズ20bは、電子ビーム2を第3の成形アパーチャ23の位置に結像する。又、第1及び第2の照明レンズ20a、20bの印加電圧が可変制御されることにより、電子ビーム（ここでは照明ビーム）2の倍率を任意に選択し、電子ビーム2の試料面上の電流密度を制御している。

【0112】第1の静電式成形偏向器21は、第1の成形アパーチャ4と第2の成形アパーチャ7との各セルアパーチャを組み合わせて所望のアパーチャ像を得るために、静電式照明レンズ20からの電子ビーム2を偏向し、第2の成形アパーチャ7に形成されている各セルアパーチャのうち目的とするセルアパーチャを選択するように照射位置を制御する。

【0113】第2の静電式成形偏向器22は、第2のアパーチャ成形7を通過して得られたアパーチャ像の電子ビーム2を元の光軸上に振り戻す。

【0114】静電式縮小レンズ24は、第1及び第2の静電式成形偏向器21、22を通過した電子ビーム2を縮小する。すなわち、第1の静電式成形偏向器21、第2の成形アパーチャ7及び第2の静電式成形偏向器22を通過した電子ビーム2は、第2の成形アパーチャ7を起点とするセルパターンビームとしてスタートし、電子光学系の光軸上に振り戻された状態で電子式縮小レンズ24を通過する。

【0115】そして、主偏向対物レンズ25の静電式対物レンズ26は、静電式縮小レンズ24を通過した電子ビームを試料13上に縮小投影し、これと共に静電式主偏向器27は、静電式対物レンズ26により試料13上に縮小投影される電子ビーム2を試料13上に偏向して描画する。

【0116】このとき静電式主偏向器27及び静電式副偏向器28は、描画パターン位置に対するビーム位置を制御する。すなわち、静電式主偏向器27は、XYテーブル44上に搭載された試料13に対し、描画領域の位置をXYテーブル44の位置を参照しながら静電式主偏向器27の走査領域内で電子ビームを微小偏向し、かつ静電式副偏向器28は、細かく分割した描画範囲に対し

て位置制御を行う。

【0117】さらに、静電式プリ主偏向器29は、電子ビームを偏向し、試料13面でビーム偏光制御に応じて発生する各種レンズ収差及び偏向収差を最小に制御し、静電式プリ副偏向器30は、電子ビーム2を偏向し、試料13面のビーム副偏向に応じて発生する各種レンズ収差及び副偏向収差を最小に制御する。

【0118】又、第1の収差補正部41は、主偏向対物レンズ25の複数の電極に同一電圧を印加して電子ビーム2を収束するに対し、電子光学系で発生する収差を主偏向量に応じて予め求めた補正量を複数の電極に加減印加して図5に示すように静電式主偏向器27に対する静電プリ主偏向器29の制御電圧を加算方向に制御し、主偏向系で発生する収差を最小化する。

【0119】第2の収差補正部42は、図6に示すように静電式副偏向器28に対する静電式プリ副偏向器30の制御電圧を減算方向に制御し、総合的な収差を最小化する。

【0120】このようにして所望のアパーチャ像に形成された電子ビーム2が試料13に照射して、パターンを形成する。

【0121】なお、描画するジョブと調整するジョブとは別々に行なわれる。

【0122】電子検出器12は、試料13から発生した2次電子や反射電子を検出し、その検出信号を出力する。

【0123】従って、電子検出器12から出力される検出信号を処理することで、SEM像の検出やビーム調整の制御を行っている。

【0124】ここで、電子検出器12には、比較的高い制御電圧が印加され、さらに球面収差を小さくするために主偏向対物レンズ25に対して近接して設置されている。これにより、上記の如く主偏向対物レンズ25における下側シールド電極43は、図7に示すように電子検出器12のシールド電極として共用し、かつ下側シールド電極43の厚さを上側シールド電極28b（27a）の厚さの少なくとも2倍以上に形成している。

【0125】これは、内径が小さなシールド電極を電子光学系の光軸方向であるZ方向の厚さを考慮せずに配置すると、図8に示すように電場オフセットフィールド Δf が発生し、光学特性に狂いを生じるのを防止している。

【0126】このように上記第1の実施の形態においては、電子光学系における各構成要素を静電式レンズや静電式偏向器により構成したので、これら静電式レンズや静電式偏向器に用いるシールド電極を隣接する静電式レンズや静電式偏向器との間で共用できるなどにより、電子光学系全体の長さを短小化でき、非常に小型の電子ビーム描画装置を実現できる。

【0127】又、静電式レンズや静電式偏向器により構

成することにより、低加速電子ビーム2を対象にした電子ビーム描画装置に最も適したものとなり、試料13面での近接効果の影響が無く、複雑な近接効果に対する補正制御が必要なくなる。

【0128】さらに、電子光学系や制御面でも大幅にシステムの簡素化を図ることができ、描画装置でのトラブルが少なくなり、生産現場に充分対応できる。

【0129】これにより、電子ビーム描画装置の最大の弱点とされる高スループット処理についても、描画精度をキープしながら小型、システムの単純化が実現でき、電子光学系を数台配置した並行制御システムを構築することが可能となり、高スループットな電子ビーム描画装置を構築できる。

(2) 次に本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図2と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0130】図9は電子ビーム描画装置の構成図である。

【0131】電子光学系の光軸上には、電磁式対物レンズ50が設けられている。この電磁式対物レンズ50は、円柱形状で、その内側に開口部（ギャップ）が形成されたポールピース51と、このポールピース51に巻回されたコイル52とから構成されている。

【0132】この電磁式対物レンズ50のポールピース51のギャップ内には、静電式主偏向器53が内蔵された構造となっている。すなわち、電磁式対物レンズ50の磁場フィールド内に静電式主偏向器53が配置されている。

【0133】このように電磁式対物レンズ50のポールピース51のギャップ内に静電式主偏向器53を内蔵したので、電磁式対物レンズ50によるレンズ機能と、静電式主偏向器53による電子ビーム2に対する偏向機能とをそれぞれ独立して制御する構成となっている。

【0134】又、ポールピース51の先端部には、非磁性シールド54が取り付けられ、静電式主偏向器53による漏れ電場が他に影響しない構造となっている。

【0135】なお、静電式主偏向器53への制御配線は、図10に示すようにポールピース51に貫通孔55を設け、この貫通孔55から配線を引き出して行っている。

【0136】又、ポールピース51には、補助コイル56を設け、電磁式対物レンズ50により発生する磁場を調整するようにしてもよい。

【0137】静電式主偏向器53は、電磁式対物レンズ50により試料13上に縮小投影される電子ビーム2を試料13上に偏向して描画するもので、電極にレンズ収束電圧とは別の独立制御電圧が加減演算されて印加され、電子ビームを試料13の面上の任意の位置に移動させるものとなる。

【0138】ここで、上記静電式プリ副偏向器30、静

電式プリ主偏向器29、静電式副偏向器28及び静電式主偏向器53は、電子ビーム2の進行方向に沿って配置されており、これら隣接する静電式プリ主偏向器29、静電式副偏向器28及び静電式主偏向器53の各間には、それぞれ各シールド電極30b（29a）、28a（29b）、54が共用するように配置されている。

【0139】このような各シールド電極を共用する構造により、電子光学系全体の長さを短小化し、レンズ収差、偏向収差を小さくしている。

【0140】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0141】電子銃1から放出された電子ビーム2は、矩形又は円形のセルアパーチャを有する第1の成形アパーチャ4に照射される。

【0142】静電式照明レンズ20は、第1の成形アパーチャ4を通過した電子ビーム2に対し、第2の成形アパーチャ7における目的の1個のセルアパーチャに対して十分大きく、かつ隣接するセルアパーチャに干渉しない大きさのビーム径に拡大する。

【0143】このとき、第2の照明レンズ20bは、電子ビーム2を第3のアパーチャ23の位置に結像する。又、第1及び第2の照明レンズ20a、20bの印加電圧が可変制御されることにより、電子ビーム2の倍率を任意に選択するとともに試料面上の電流密度を制御する。

【0144】第1の静電式成形偏向器21は、第1の成形アパーチャ4と第2の成形アパーチャ7との各セルアパーチャを組み合わせて所望のアパーチャ像を得るために、静電式照明レンズ20からの電子ビーム2を偏向し、第2の成形アパーチャ7に形成されている各セルアパーチャのうち目的とするセルアパーチャを選択するように照射位置を制御する。

【0145】第2の静電式成形偏向器22は、第2のアパーチャ成形7を通過して得られたアパーチャ像の電子ビーム2を元の光軸上に振り戻す。

【0146】第1の静電式成形偏向器21から第2の成形アパーチャ7及び第2の静電式成形偏向器22を通過した電子ビーム2は、第2の成形アパーチャ7を起点とするセルパターンビームとしてスタートし、電子光学系の光軸上に振り戻された状態で静電式縮小レンズ24を通過する。この静電式縮小レンズ24を通過した電子ビーム2は、縮小される。

【0147】この電磁式対物レンズ50は、静電式縮小レンズ24を通過した電子ビームを試料13上に縮小投影し、これと共に静電式主偏向器53は、電磁式対物レンズ50により試料13上に縮小投影される電子ビーム2を試料13上に偏向して描画する。

【0148】このとき静電式主偏向器53は、XYテーブル44上に搭載された試料13に対し、描画領域の位置をXYテーブル44の位置を参照しながら静電式主偏

向器53の走査領域内で電子ビームを微小偏向する。

【0149】これと共に、静電式副偏向器28は、細かく分割した描画範囲に対して位置制御を行う。

【0150】さらに、静電式ブリ主偏向器29は、電子ビームを偏向し、試料13面でビーム偏光制御に応じて発生する各種レンズ収差及び偏向収差を最小に制御し、静電式ブリ副偏向器30は、電子ビーム2を偏向し、試料13面のビーム副偏向に応じて発生する各種レンズ収差及び副偏向収差を最小に制御する。

【0151】このようにして所望のアパーチャ像に形成された電子ビーム2を試料13に照射してパターンを形成する。

【0152】電子検出器12は、試料13から発生した2次電子や反射電子を検出し、その検出信号を出力する。この電子検出器12から出力される検出信号を処理することで、SEM像の検出やビーム調整の制御を行っている。

【0153】このように上記第2の実施の形態においては、電子光学系における各構成要素を静電式レンズや静電式偏向器、電磁式対物レンズにより構成したので、上記第1の実施の形態と同様に、これら静電式レンズや静電式偏向器に用いるシールド電極を隣接する静電式レンズや静電式偏向器との間で共用できるなどにより、電子光学系全体の長さを短小化でき、非常に小型の電子ビーム描画装置を実現できる。

【0154】又、電磁式対物レンズ50のポールピース51のギャップ内に静電式主偏向器53を内蔵したので、電磁式対物レンズ50によるレンズ機能と、静電式主偏向器53による電子ビーム2に対する偏向機能とをそれぞれ独立して制御できる。

【0155】又、ポールピース51の先端部に非磁性シールド54を取り付けたので、静電式主偏向器53から発生する漏れ電場を吸収することができ、漏れ電場を隣接する偏向器などに影響を与えることがない。

【0156】又、静電式主偏向器53への配線をポールピース51に貫通孔55を設けて引き出すので、複雑な配線を簡素化できる。

【0157】又、静電式レンズや静電式偏向器により構成することにより、低加速電子ビーム2を対象にした電子ビーム描画装置に最も適したものとなり、試料13面での近接効果の影響が無く、複雑な近接効果に対する補正制御が必要なくなる。

【0158】さらに、電子光学系や制御面でも大幅にシステムの簡素化が図ることができ、描画装置でのトラブルが少なくなり、生産現場に充分対応できる。

【0159】これにより、電子ビーム描画装置の最大の弱点とされる高スループット処理についても、描画精度をキープしながら小型、システムの単純化が実現でき、電子光学系を数台配置した並行制御システムを構築することが可能となり、高スループットな電子ビーム描画装

置を構築できる。

【0160】図11は、本発明に係わる電子ビーム描画装置の第3の実施の形態を示す構成図である。なお、図11において、上述した図2と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0161】電子ビーム描画装置では、レンズ及びアパーチャの中心位置に電子ビームの光軸合せを行うための、4組のアライメント機構60～90を備えている。なお、図11の左側には、光軸合せの一例が示されており、一点鎖線Cは中心位置を示している。一方、第2の成形アパーチャ7の代りに、第2の成形アパーチャ100が配置され、第3の成形アパーチャ23の代りに第3の成形アパーチャ101が配置されている。

【0162】アライメント機構60は、第1の照明レンズ20aと第2の照明レンズ20bの間に設けられている。アライメント機構70は、第1の静電式成形偏向器21の外周側に設けられている。アライメント機構80は、第2の静電式成形偏向器22の外周側に設けられている。アライメント機構90は、静電式副偏向器28、静電式ブリ主偏向器29、静電式ブリ副偏向器30の外周側に設けられている。

【0163】アライメント機構60は、シフト制御を行うアライメント部61と、チルト制御を行うアライメント部62と、これら両アライメント部61、62に挟まれた位置に配置された磁性材からなるシールド部材63とを備えている。また、アライメント部61、62はそれぞれサドル型のアライメントコイル61a、62aから構成されている。

【0164】アライメント機構70は、シフト制御を行うアライメント部71と、チルト制御を行うアライメント部72とを備えている。なお、シールド電極34～36は、各アライメント部71、72間のシールド部材を兼ねた構成となっている。また、アライメント部71、72はそれぞれサドル型のアライメントコイル71a、72aから構成されている。

【0165】アライメント機構80は、シフト制御を行うアライメント部81と、チルト制御を行うアライメント部82とを備えている。なお、シールド電極37～39は、各アライメント部81、82間のシールド部材を兼ねた構成となっている。また、アライメント部81、82はそれぞれサドル型のアライメントコイル81a、82aから構成されている。

【0166】アライメント機構90は、シフト制御を行うアライメント部91と、チルト制御を行うアライメント部92とを備えている。なお、シールド電極27a、28a、28b、29a、29b、30a、30bは、各アライメント部91、92間のシールド部材を兼ねた構成となっている。また、アライメント部91、92はそれぞれサドル型のアライメントコイル91a、92aから構成されている。

【0167】第2の成形アパーチャ100及び第3の成形アパーチャ101は、他の部材とは電氣的に絶縁して配置されている。これら第2及び第3の成形アパーチャ100、101は、電子ビームが照射されて発生する電流を検出する電流検出機能を有しており、図示しないモニタ等に接続されアパーチャ穴部の像をモニタ像として表示することで、アライメントコイルの調整を行う。

【0168】このように構成された電子ビーム描画装置では、上述した第1の実施の形態における電子ビーム描画装置と同様に電子ビームによる描画を行う。なお、描画を行う前に、各アライメント機構60～90により、シフト制御及びチルト制御を行うことにより、各レンズ24、26及び各成形アパーチャ100、101の中心位置に光軸合せを行う。

【0169】図12の(a)、(b)は、アライメント機構60～90のうちアライメント機構70について説明するための図である。すなわち、図12の(a)に示すように電子ビーム2は、アライメント部71によりシフト制御され、次にアライメント部72によりチルト制御される。そして、静電式縮小レンズ24に入射することになる。このときの電子ビーム2に作用する磁束密度曲線は図12の(b)に示すようなものとなる。すなわち、シールド電極(シールド部材)35～37の位置で磁場がゼロ磁場になるため、アライメント部71、72間の干渉がなくなり、独立制御が可能である。

【0170】一方、図13の(a)、(b)は比較のための図である。すなわち、図13の(a)に示すように、シールド部材がない場合には、図13の(b)に示すようにアライメント部71とアライメント部72とが相互に干渉し、磁場の加減演算が発生する場合がある。このため、アライメント部71によるシフト量の制御、アライメント部72によるチルト量の制御を行うと、互いの制御に影響し、精度よくレンズ24の中心に入射させることが困難になる。

【0171】また、図14～図17はアライメント機構60～90の各アライメント部におけるアライメントコイルにそれぞれサドル型コイル、トロイダル型コイルを用いた場合を比較して示す図である。なお、図14及び図16がサドル型コイル、図15及び図17がトロイダル型コイルである。

【0172】サドル型コイルにおいては、図14の(a)に示すようにコア110に対して、巻線111に図示するような向きに捲回されている。このため、等位磁力線は図14の(b)及び図16の(a)中Mに示すものとなり、電磁力は図14の(b)中Lに示すように発生する。

【0173】このとき、図16の(b)に示すようにシールド部材112が配置されていると、等位磁力線Mはシールド部材112により遮断され、磁界強度が零となる。

【0174】一方、トロイダル型コイルにおいては、図15の(a)に示すようにコア113に対して、巻線114が図示するような向きに捲回されている。このため、電磁力は図15の(b)中Qに示すように発生し、等位磁力線は図15の(b)及び図17の(a)中Rに示すようなものとなる。

【0175】このとき、図17の(b)に示すようにシールド部材112が配置されていても、等位磁力線の流れ方の関係で、シールド部材112を乗り越えて、等位磁力線が込み込む現象が発生する。したがって、シールド部材を備えたアライメント部としては、トロイダル型コイルよりもサドル型コイルがより効果的に相互干渉を防止することができる。

【0176】図18の(a)は、第2のアパーチャ100によるアライメントコイルの調整方法を示す図である。すなわち、第2のアパーチャ100は、その表面に照射された電子ビーム2を電流信号に置き換えてモニタに表示する。そして、アライメント機構60、70を電気処理系により、第2のアパーチャ100上の所定のアパーチャエリアを電子ビーム2でスキャンする。このとき、アパーチャ穴部100aをスキャンすると、アパーチャ穴部100aのモニタ像が得られる。スキャンエリアをかえると、アパーチャ穴部100aの位置が移動するので、モニタ上の中心にアパーチャ像を移動する。適正な位置にアパーチャ穴部100aの像が位置するように調整し、さらにレンズ20に電圧を加えてもモニタ像のセンタ位置が変化しないようにアライメントコイルを調整することで、アパーチャセンタに対する電子ビーム2の光軸を合わせ込むことができる。

【0177】図18の(b)は、第3のアパーチャ101によるアライメントコイルの調整方法を示す図である。すなわち、第3のアパーチャ101は、その表面に照射された電子ビーム2を電流信号に置き換えてモニタに表示する。そして、アライメント機構80を電気処理系により、第3のアパーチャ101上の所定のアパーチャエリアを絞った状態の電子ビーム2でスキャンする。このとき、アパーチャ穴部101aをスキャンすると、アパーチャ穴部101aのモニタ像が得られる。スキャンエリアをかえると、アパーチャ穴部101aの位置が移動するので、モニタ上の中心にアパーチャ像を移動する。適正な位置にアパーチャ穴部101aの像が位置するように、アライメントコイルを調整することで、アパーチャセンタに対する電子ビーム2の光軸を合わせ込むことができる。

【0178】上述したように本第3の実施の形態に係る電子ビーム描画装置によれば、第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と同様の効果が得られるとともに、隣接するアライメント部の相互干渉を防止することでアライメント機構60～90による電子ビームの光軸合せを容易、かつ、高精度に行うことができる。

【0179】また、第2及び第3の成形アパーチャ100, 101を用いることで、アライメント機構60~80の調整を容易に行うことができる。

【0180】さらに、アライメント機構70~90におけるシールド部材は、光学系と独立に設けるのではなく、光学系のシールド極を兼ねて構成しているので、新たにシールド部材としての部品を設ける必要がないので、部品を省略できるとともに、全体を小型化することが可能である。

【0181】図19は、本発明に係わる電子ビーム描画装置の第4の実施の形態を示す構成図である。なお、図19において図11と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。本電子ビーム描画装置が上述した第3の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と異なる点は、アライメント機構60~80の代りにアライメント機構110~130を用いている点にある。これらアライメント機構110~130では、各1個のアライメント部111, 121, 131を設けるようにしている。この場合、被対象レンズや、被対象アパーチャに対して遠ざける位置に配置すれば、小さなアライメントコイル電流で、大きなアライメントパワーが得られ、スペース効率的に有利である。

【0182】図20は、本発明に係わる電子ビーム描画装置の第5の実施の形態を示す構成図である。なお、図20において図11と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。本電子ビーム描画装置が上述した第3の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と異なる点は、対物レンズ26の代りに電磁レンズ50を使用した場合に適用したケースである。

【0183】本実施の形態によれば、第2及び第3の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と同様の効果を得ることができる。

【0184】図21は、本発明に係わる電子ビーム描画装置の第6の実施の形態を示す構成図である。なお、図21において、上述した図2と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0185】本第6の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と、上述した第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置とで異なる点は、静電式縮小レンズ24の代りに静電式縮小レンズ140が設けられ、静電式対物レンズ26の代りに静電式対物レンズ141が設けられている点にある。

【0186】静電式縮小レンズ140は、負の電圧が印加される陰電極（第1の電極）140aと、この陰電極140aの上流側に設けられた上側シールド電極140bと、陰電極140aの下流側に設けられた下側シールド電極140cと、この下側シールド電極140cと陰電極140aとの間に設けられた空間電荷効果低減電極（第2の電極）140dが設けられている。この空間電荷効果低減電極140dには、所定の正の電圧が印加さ

れている。

【0187】静電式対物レンズ141は、負の電圧が印加される陰電極（第1の電極）141aと、この陰電極141aの上流側に設けられた上側シールド電極141bと、陰電極141aの下流側に設けられた下側シールド電極141cと、この下側シールド電極141cと陰電極140aとの間に設けられた空間電荷効果低減電極（第2の電極）141dが設けられている。この空間電荷効果低減電極141dには、所定の正の電圧が印加されている。

【0188】次に空間電荷効果低減電極140d, 141dの作用について説明する。静電レンズを使用した光学系では、磁場を利用した電磁レンズとは異なり、電子ビームは静電レンズ内で減速と加速の動作を通してレンズ機能を成立している。電子ビームを使用した光学系では、加速電圧が低下するにつれて空間電荷効果が大きくなり、光学収差が増加し、ビームぼけ量が大きくなる。

【0189】図22の(a), (b)及び図23の(a)~(c)は、第2の成形アパーチャ7から試料13面上に投影するまでに発生するビームぼけの原理を模式的に示す図である。すなわち、図22中の(b)中 α は、ビームを示している。このビーム α の中には、第2の成形アパーチャ7からある開き角ビームによって発生するビーム β （光学収差）が含まれている。ビーム α とビーム β との差分は静電レンズ内における空間電荷効果で発生したビームぼけを示している。

【0190】したがって、試料13面におけるビームぼけ量を小さくするにはビームぼけ β 及び空間電荷効果によるビームぼけをなるべく小さくする必要がある。すなわち、空間電荷効果低減電極140d, 141dに陰電極140a, 141aと逆の電圧を印加することで空間電荷効果を低減させることができる。

【0191】図24は対物レンズ141のレンズ効果をレンズポテンシャル V_e で示したものである。図24中実線 $\gamma 1$ は空間電荷効果電極141dに電圧を加えない場合、破線 $\gamma 2$ は陰電極141aに印加した電圧に対し、正の電圧でその絶対値を0.7倍とした場合、一点鎖線 $\gamma 3$ は陰電極141aに印加した電圧に対し、正の電圧でその絶対値を1.2倍とした場合を示している。

【0192】上述した $\gamma 2$, $\gamma 3$ の場合において図22の(b)中破線 δ に示すように、空間電荷効果を低減させることができる。なお、陰電極141aに印加した電圧に対し、正の電圧でその絶対値を0.5~1倍とした場合がレンズポテンシャル V_e が正とはならないので最適な範囲となる。また、0.2~1.2倍の範囲であれば空間電荷効果に対する低減効果を十分に確認することができる。

【0193】上述したように、静電レンズを使用した電子ビーム描画装置において、空間電荷効果低減電極140d, 141dを設けることによって、静電レンズ内の

減速動作で発生する空間電荷効果を小さく押さえ、ぼけの小さな、解像性に優れた電子ビームを得ることができる。

【0194】なお、空間電荷効果低減電極は、陰電極に対し、電子ビーム2の上流側及び下流側のいずれに設けてもよいが、下流側がより効果的である。また、静電式対物レンズ141側のみ設けるようにしてもよい。

【0195】図25は、本発明に係わる電子ビーム描画装置の第7の実施の形態を示す構成図である。なお、図25において、上述した図2と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0196】本第7の実施の形態に係る電子ビーム描画装置では、第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置に加え、制御部150を有している。制御部150は、描画パターンを決める描画制御部151と、この描画制御部151からの信号に基づいて第2の成形アパーチャ7上の適正なセルを選択するCP選択制御部152と、このCP制御部152からの信号に基づいて第1の静電式成形偏向器21及び第2の静電式成形偏向器22を制御する成形偏向AMP153と、この成形偏向AMP153からの信号に基づいて各セルの位置に対応する照明倍率を格納する照明レンズ励起テーブル154と、この照明レンズ励起テーブル154で定められた倍率に基づいて静電式照明レンズ20を制御する励起制御部155と、この励起制御部155からの信号を増幅し、静電式照明レンズ20を駆動するレンズ用AMP156とを備えている。

【0197】図26及び図27は、第2の成形アパーチャ7上のセルの位置によって電子ビーム描画装置に発生する電子光学路長の差異が生じ、これにより縮小率の差異が生じる原理を示す説明図である。

【0198】図26に示すように、描画すべきパターンに応じて第2の成形アパーチャ7上のセルを選択する場合において、電子銃1の中心位置C上に位置するセル160と、中心位置Cから $\tau 1$ だけ離間したセル161とでは、中心位置Cに戻るまでの電子光学路長が異なる。すなわち、セル160の場合はK1、セル161の場合はK2となる。このため、第2の成形アパーチャ7を照明したセル161の照明光路 $\kappa 2$ は、セル160を照明した場合の照明光路 $\kappa 1$ で形成されるクロスオーバー χ に比べて $\tau 2$ だけ図27中上方にクロスオーバー χ' を形成する。そして、静電式縮小レンズ24により試料13上にパターン像が形成されたセルパターン像の縮小率はセル160を選択した場合と比べて僅かに大きくなる。

【0199】この変動により試料13上に形成される微細配線露光におけるパターン線幅では、無視できない大きさとなり、パターン間のつなぎ精度が低下し、歩留まりが低下する虞がある。

【0200】図25に示す電子ビーム描画装置では、上述した第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置にお

ける動作に加え、セル161の中心位置Cからの距離 $\tau 1$ により生ずる照明光路が光学上に生ずる $\tau 2$ の差異をキャンセルし、縮小率を同一とするために、次のように制御を行う。すなわち、描画制御部151から目的とするパターンの描画の指令をCP選択制御部152に送る。照明レンズ20の励起条件を、照明レンズ励起テーブル154に基づいて照明倍率を適当な値に変更する。これにより、電子ビーム2は、図28に示すように補正された補正光路 $\kappa 3$ を通過して第2の成形アパーチャ7に到達することになる。セル161により形成された電子ビーム2は、セル160の場合の光路と同一の光路を通過し、試料13上にパターン像を結像する。

【0201】このように、本第7の実施の形態に係る電子ビーム描画装置においては、上述した第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と同様の効果が得られるとともに、セルの位置が中心位置Cから離れている場合であっても、投影レンズ（静電式縮小レンズ24及び静電式対物レンズ25）の動作条件を変更することなく、同一の縮小率でセルのパターン像を試料13面上に結像させることができる。また、照明レンズ20の照明倍率の変更はセルの随意選択に追従して高速に行うことができるので、描画を高速に行うことができる。

【0202】図29は本発明の第8の実施の形態に係る電子ビーム描画装置を示す構成図である。なお、図29において、上述した図25と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0203】本第8の実施の形態に係る電子ビーム描画装置では、第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置に加え、制御部170を有している。制御部170は、描画パターンを決める描画制御部171と、この描画制御部171からの信号に基づいて成形アパーチャ7上の適正なセルを選択するCP選択制御部172と、このCP制御部172からの信号に基づいて第1の静電式成形偏向器21及び第2の静電式成形偏向器22を制御する成形偏向AMP173と、CP制御部172からの信号に基づいて静電式縮小レンズ24の縮小倍率を制御するRLレンズ励起テーブル174と、このRLレンズ励起テーブル174で定められた倍率に基づいて静電式縮小レンズ24を制御する励起制御部175と、この励起制御部175からの信号を増幅し、静電式縮小レンズ24を駆動するRLレンズ用AMP176とを備えている。

【0204】図29に示す電子ビーム描画装置では、セル161の中心位置Cからの距離 $\tau 1$ により生ずる照明光路が光学上に生ずる $\tau 2$ の差異をキャンセルし、縮小率を同一とするために、次のように制御を行う。すなわち、描画制御部171から目的とするパターンの描画の指令をCP選択制御部172に送り、セルを選択する。このCP選択制御部172により所望のセルに電子ビーム2が照射されるように成形偏向AMP173を介して静電式成形偏向器21、22を制御する。なお、セルは

予め縮小率に応じて大きさを調整して形成されている。

【0205】一方、RLレンズ励起テーブル174において、選択されたセルに対応するような静電式縮小レンズ24の縮小率を設定する。この縮小率に応じて励起制御部175で静電式縮小レンズ24で制御を行いRLレンズ用AMP176を介して静電式縮小レンズ24を駆動する。

【0206】これにより、電子ビーム2は補正された補正照明光学路κ4を通して試料13上にパターン像を結像する。

【0207】このように、本第8の実施の形態に係る電子ビーム描画装置においては、上述した第1の実施の形態に係る電子ビーム描画装置と同様の効果が得られるとともに、セルの位置が中心位置Cから離れた場合であっても、静電式照明レンズ20の動作条件を変更することなく、適正な大きさをセルのパターン像を試料13面上に結像させることができる。また、静電式縮小レンズ24による縮小率の変更はセルの随意選択に追従して高速に行うことができるので、描画を高速に行うことができる。

【0208】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

【0209】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、パターン描画精度を維持しながらシステムの小型化・単純化が実現できる電子ビーム描画方法及びその装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】同装置の外観構造を示す図。

【図3】同装置における静電式レンズの構成図。

【図4】同装置における静電式成形偏向器の構成図。

【図5】静電式主偏向器に対する静電式プリ主偏向器の制御電圧の加算方向を示す図。

【図6】静電式副偏向器に対する静電式プリ副偏向器の制御電圧の減算方向を示す図。

【図7】主偏向対物レンズの下側シールド電極と電子検出器のシールド電極との共用構造を示す図。

【図8】主偏向対物レンズの下側シールド電極を電子検出器のシールド電極として共用したときの作用を説明するための図。

【図9】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第2の実施の形態を示す構成図。

【図10】電磁式対物レンズに内蔵の静電式主偏向器への制御配線を示す図。

【図11】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第3の実施の形態を示す構成図。

【図12】同装置におけるシールド部材の機能を示す説

明図。

【図13】シールド部材がないアライメント部を示す説明図。

【図14】同装置に組込まれたサドル型コイルを示す説明図。

【図15】トロイダル型コイルを示す説明図。

【図16】サドル型のアライメントコイルにおけるシールドの機能を示す説明図。

【図17】トロイダル型のアライメントコイルにおけるシールドの機能を示す説明図。

【図18】同装置における光軸合せ機能を示す説明図。

【図19】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第4の実施の形態を示す構成図。

【図20】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第5の実施の形態を示す構成図。

【図21】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第6の実施の形態を示す構成図。

【図22】電子ビームのぼけの作用について示す説明図。

【図23】電子ビーム描画装置に組込まれた空間電荷効果低減電極の機能を示す説明図。

【図24】同空間電荷効果低減電極による修正の効果を示す説明図。

【図25】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第7の実施の形態を示す構成図。

【図26】同電子ビーム描画装置に組込まれた成形アパーチャのセルの位置の違いに基づく光路の違いを示す説明図。

【図27】同光路の違いに基づく描画の変動を示す説明図。

【図28】同光路の違いに基づく描画の変動を修正する原理を示す説明図。

【図29】本発明に係わる電子ビーム描画装置の第8の実施の形態を示す構成図。

【図30】同電子ビーム描画装置の描画の変動を修正する原理を示す説明図。

【図31】従来の電子ビーム描画装置の構成図。

【図32】矩形に形成された第1の成形アパーチャの構成図。

【図33】菱形・矩形に形成された第2の成形アパーチャの構成図。

【図34】第1及び第2の成形アパーチャによる電子ビームの成形作用を示す模式図。

【符号の説明】

- 1…電子銃、
- 4…第1の成形アパーチャ、
- 7…第2の成形アパーチャ、
- 12…電子検出器、
- 20…静電式照明レンズ、
- 21…第1の静電式成形偏向器、

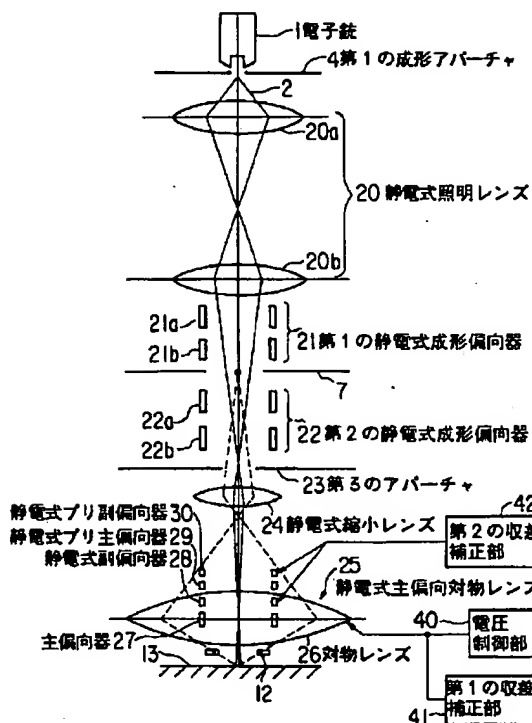
22…第2の静電式成形偏向器、
 23…第3の成形アパーチャ、
 24…静電式縮小レンズ、
 25…静電式主偏向対物レンズ、
 27…静電式対物レンズ、
 27…静電式主偏向器、
 28…静電式副偏向器、
 29…静電式プリ主偏向器、
 30…静電式プリ副偏向器、
 40…電圧制御部、

41…第1の収差補正部、
 42…第2の収差補正部、
 50…電磁式対物レンズ、
 51…ポールピース、
 52…コイル、
 53…静電式主偏向器、
 54…非磁性シールド
 60, 70, 80, 90, 120, 130…アライメント機構

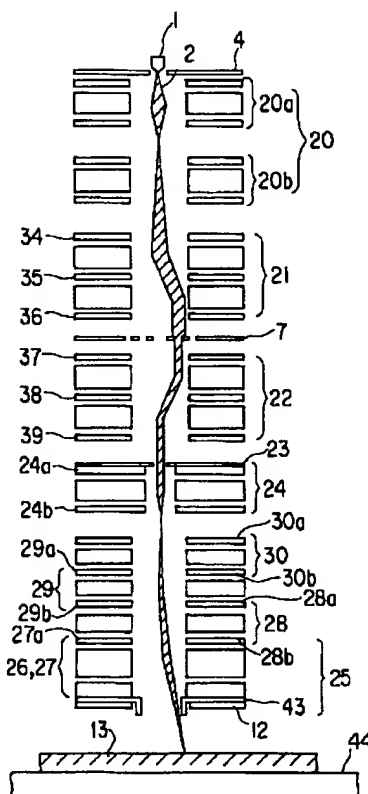
【図1】

【図2】

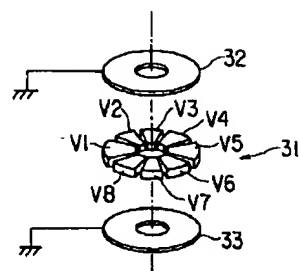
【図4】



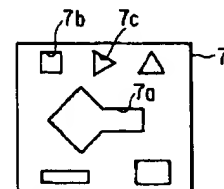
【図3】



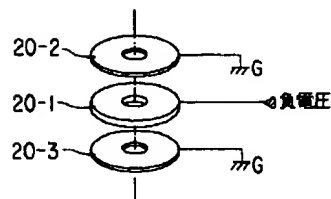
【図5】



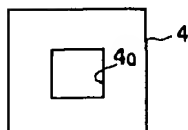
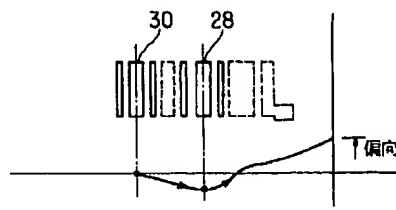
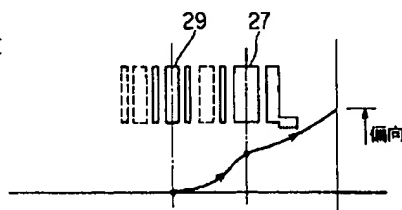
【図33】



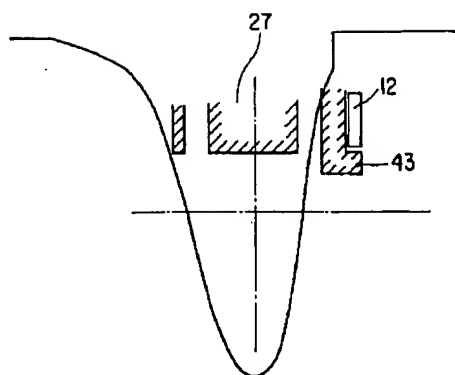
【図6】



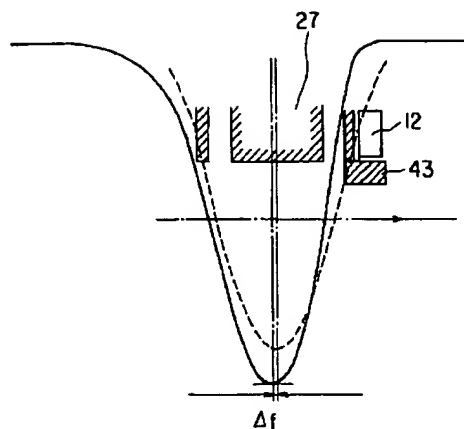
【図32】



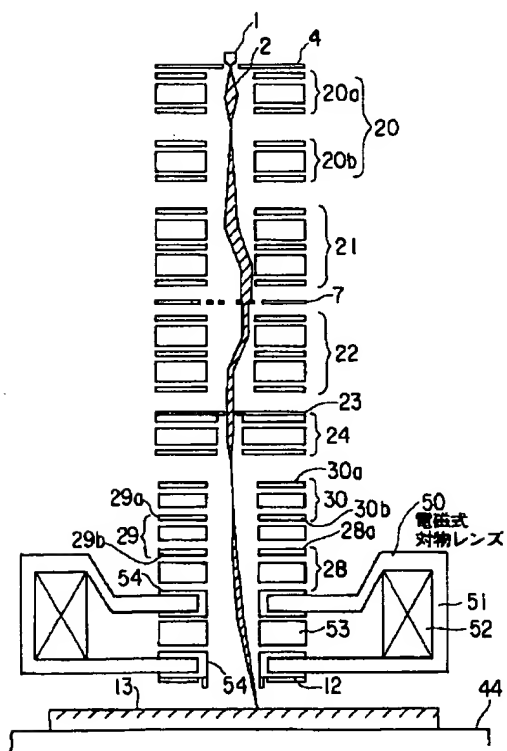
【図 7】



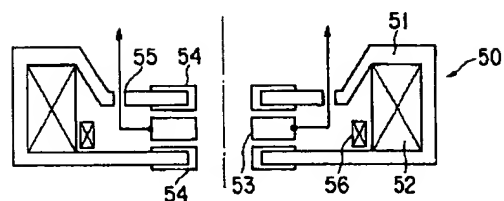
【図 8】



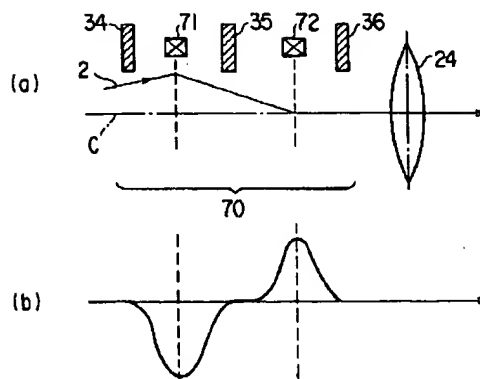
【図 9】



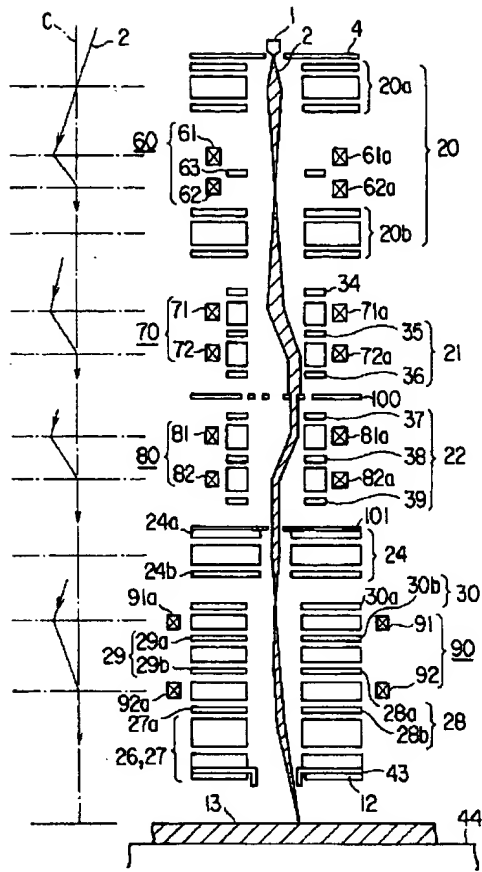
【図 10】



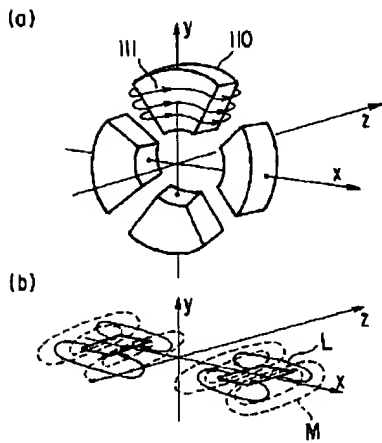
【図 12】



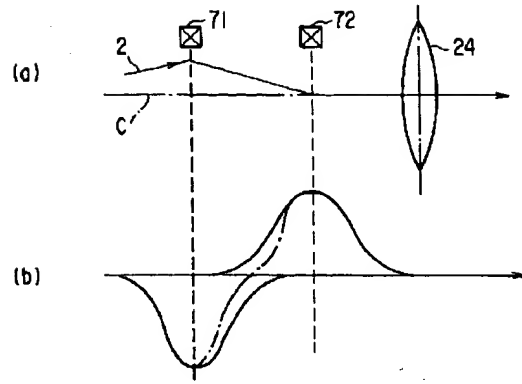
【図11】



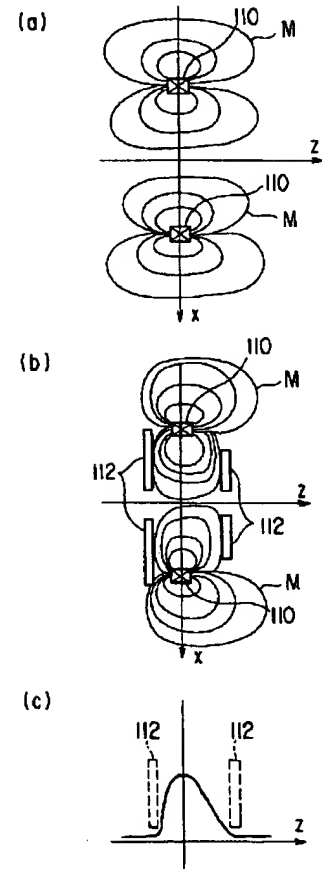
【図14】



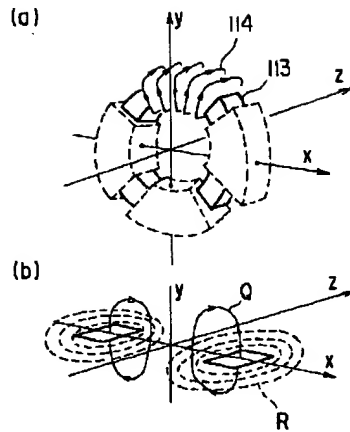
【図13】



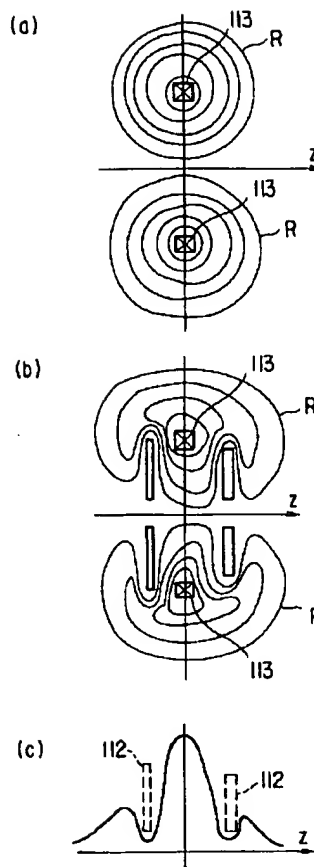
【図16】



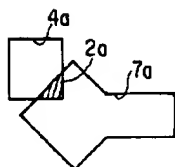
【図15】



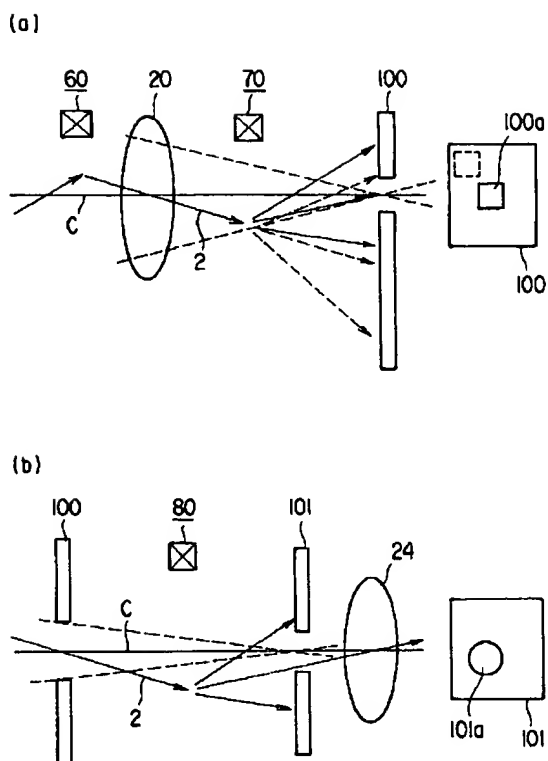
【図 17】



【図 34】

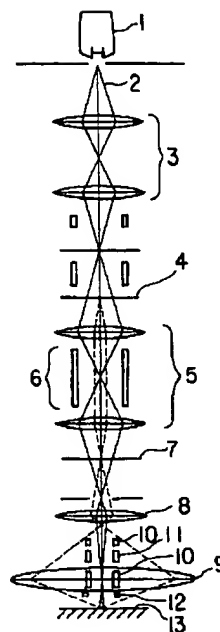


【図 18】

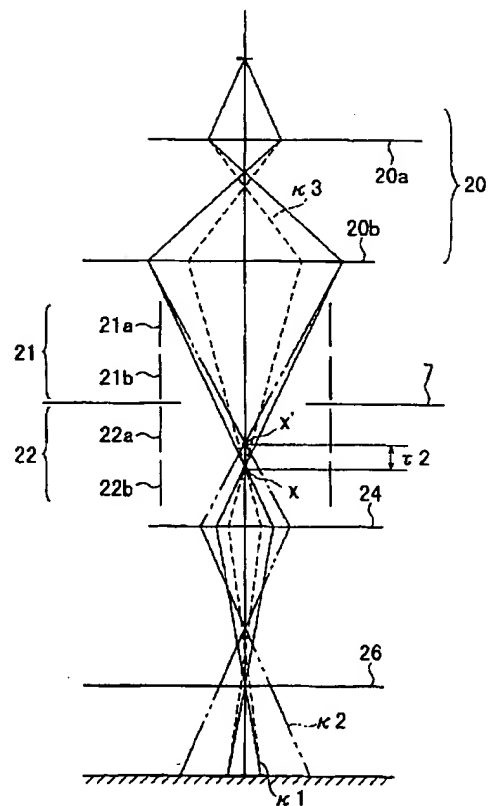
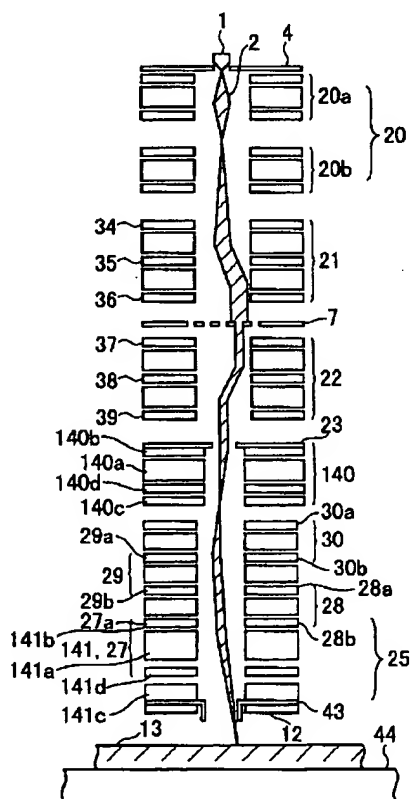


【図 21】

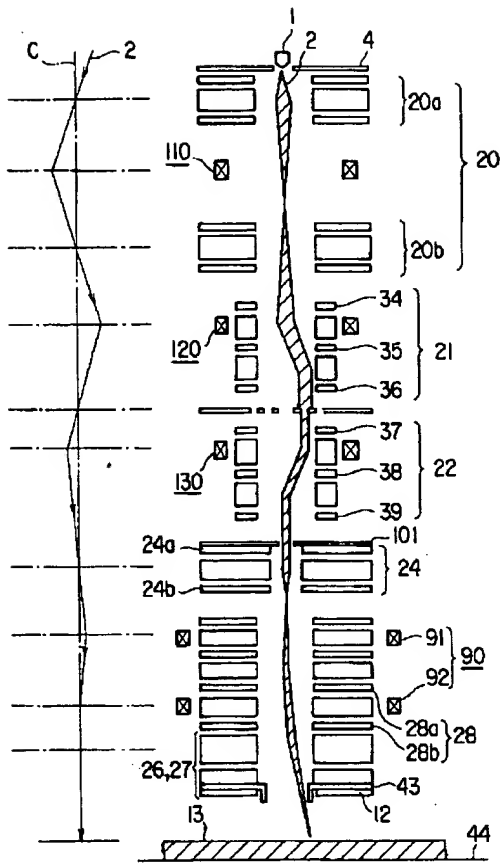
【図 31】



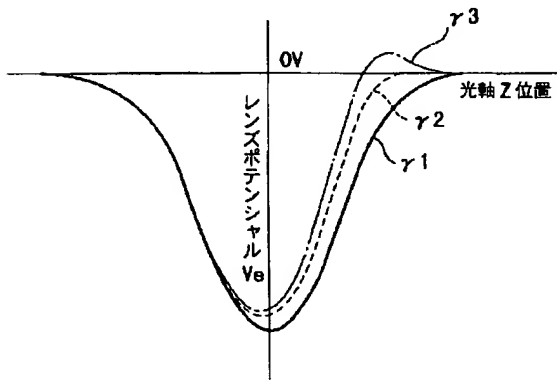
【図 28】



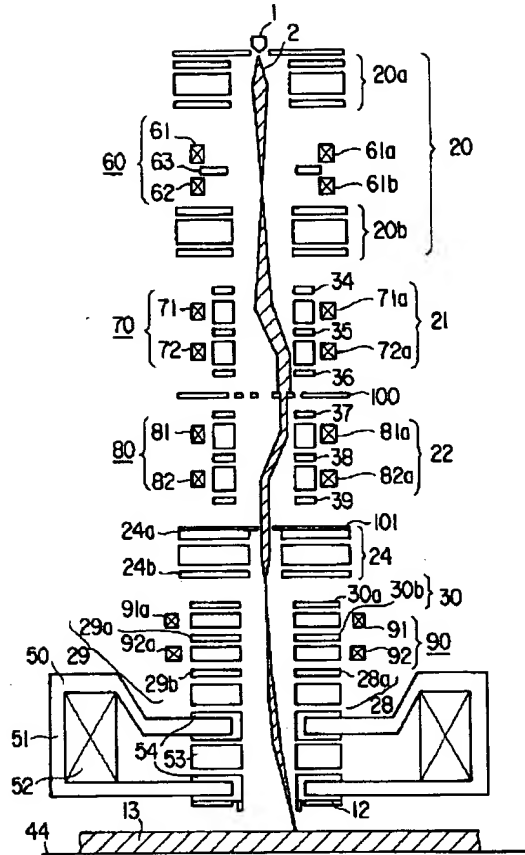
【図19】



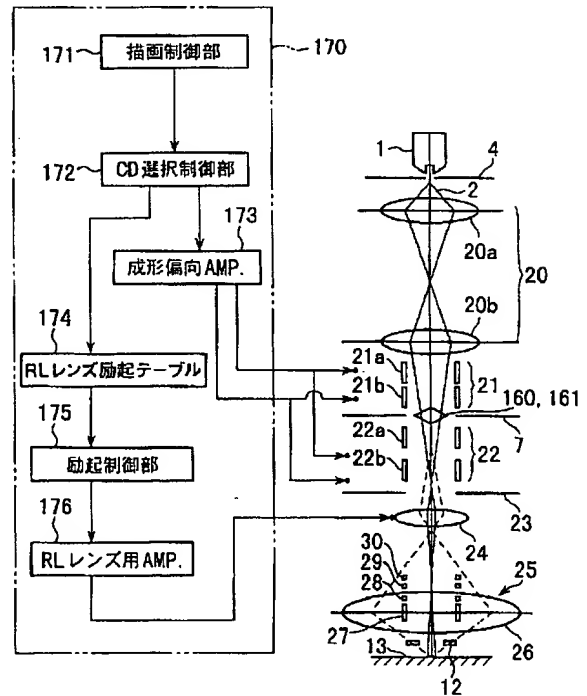
【図24】



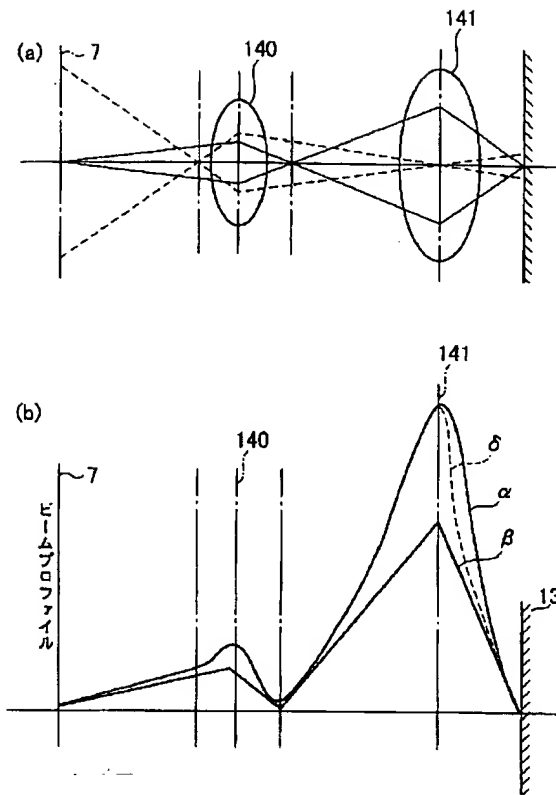
【図20】



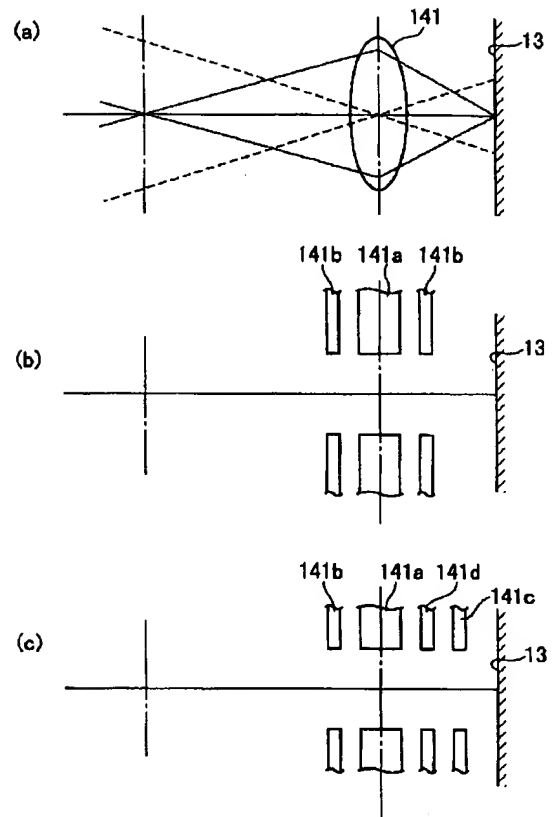
【図29】



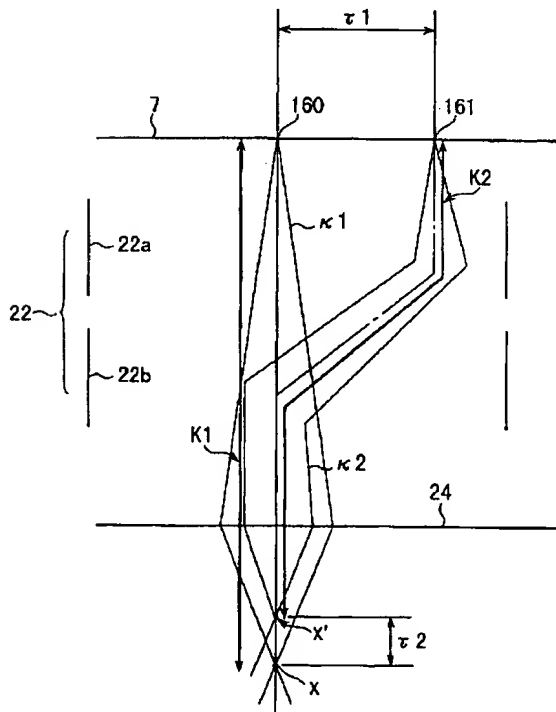
【図 2 2】



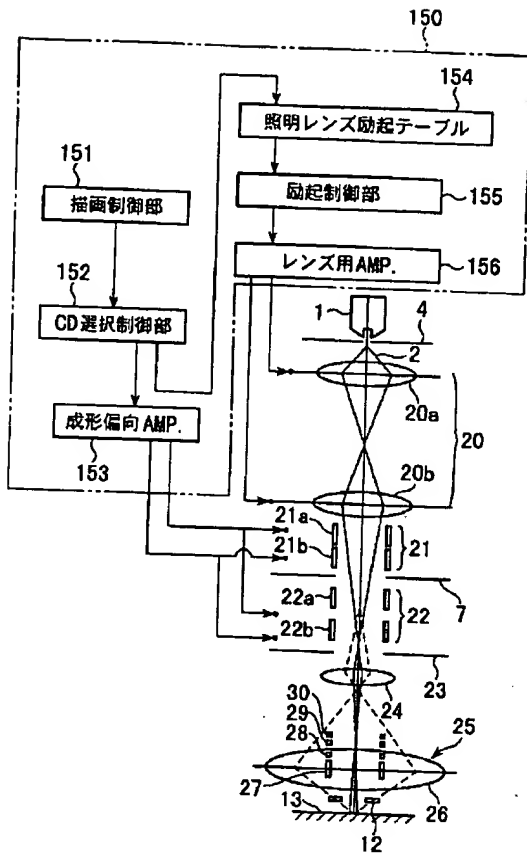
【図 2 3】



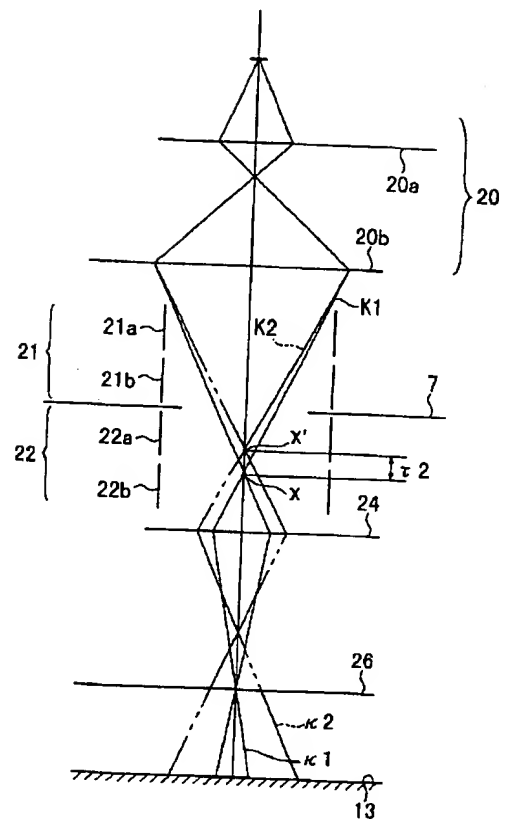
【図 2 6】



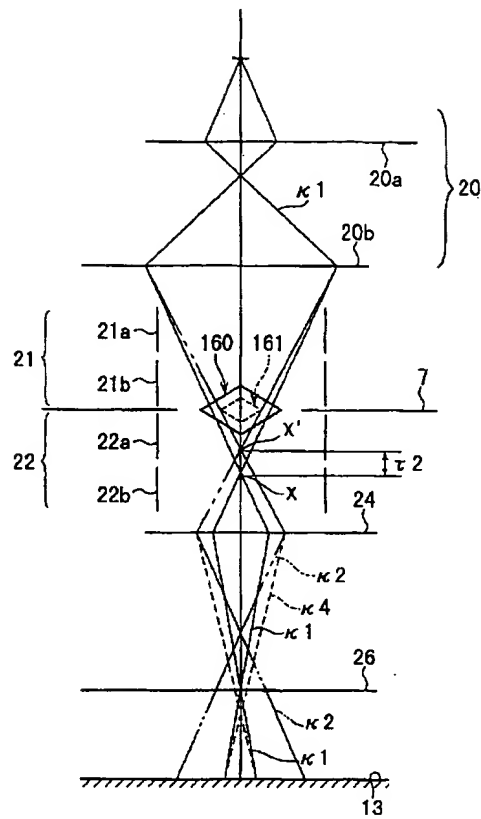
【図 25】



【図 27】



【図30】



フロントページの続き

(72)発明者 杉原 和佳
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 三好 元介
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 山崎 裕一郎
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 木下 秀俊
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 若山 茂
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 林 正和
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

Fターム(参考) 2H097 AA03 BA01 BB03 CA16 EA02
KA28 LA10
5C033 GG02 GG04 GG05
5C034 BB02 BB04 BB05 BB07 BB08
BB10
5F056 AA17 CB02 CB07 CB14 CC04
EA04 EA05 EA06

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention fabricates and deflects the electron beam emitted from the electron gun, carries out reduction projection further, irradiates on a sample, and relates to the electron-beam-lithography method which draws on this sample, and its equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Pattern drawing by such electron beam exposure system can be drawn in the precision of the resolution of the wavelength level of an electron beam (electron ray) shorter than light wave length, and can form a pattern in high resolution.

[0003] On the other hand, since this pattern drawing carries out direct writing of the completion pattern with a small division pattern beam unlike the mask drawing method by optical exposure, it has the problem that drawing takes time.

[0004] Since it has the feature that a highly precise thin-line pattern can still be formed, it is developed as a leading tool for semiconductor manufacture of limited production with a wide variety, such as the next technology of the lithography technology of an optical exposure method, or ASIC (application-specific integrated circuit).

[0005] There are the 1st method of carrying out a whole surface scan and forming a pattern on a sample side, while carrying out ON/OFF control of the electron beam of the shape of a small round shape as the method of pattern drawing, and the 2nd method of VSB drawing which irradiates the electron beam which passed stainless steel sial aperture on a sample side, and carries out pattern drawing.

[0006] Among these, VSB drawing is developed, the pattern of a repeat is prepared as a stencil as one block, and the technology of the electron beam lithography of the package drawing method which carries out high-speed drawing of this by carrying out selection drawing is also developed.

[0007] Drawing 21 is the block diagram showing the example of representation of the electron beam exposure system which used such a VSB drawing method.

[0008] On the optical axis of the electron beam 2 emitted from an electron gun 1, the lighting lens 3, the 1st shaping aperture 4, the projection lens 5, the forming deflecting system 6, the 2nd shaping aperture 7, a reducing glass 8, an objective lens 9, the main deflecting system 10, the subdeflecting system 11, the electronic detector 12, etc. are arranged as an electron optics system.

[0009] Among these, as shown in drawing 22, rectangular aperture 4a is formed in the 1st shaping aperture 4, and two or more aperture 7b and 7c of various configurations, such as cell aperture 7a which combined the rhombus and the rectangle as shown in drawing 23, and -- are formed in the 2nd shaping aperture 7.

[0010] When drawing to the samples 13, such as a semiconductor wafer, with such composition, the electron beam 2 emitted and accelerated from the electron gun 1 is prepared by the uniform electron beam with the lighting lens 3, is fabricated by passing the 1st shaping aperture 4 by the rectangle, and is projected on the 2nd shaping aperture 7 with the projection lens 5.

[0011] At this time, the irradiation position to the 2nd shaping aperture 7 of an electron beam is controlled by the forming deflecting system 6 to become the beam pattern configuration where for example, CAD data were followed, and its area.

[0012] For example, if the electron beam of the rectangle which passed rectangular aperture 4a is deflected with the forming deflecting system 6 as shown in drawing 24, and one side of cell aperture 7a of a rhombus and a rectangle is made to irradiate, triangle-like electron beam 2a will be fabricated, for example.

[0013] Reduction projection of the electron beam which passed this 2nd shaping aperture 7 is carried out on the 13th page of a sample with a reducing glass 8 and an objective lens 9, and the drawing position of the electron beam over the 13th page top of the sample at the time of a parenthesis is controlled by the main deflecting system 10 and the subdeflecting system 11.

[0014] That is, the main deflecting system 10 is controlled, referring to the position of the X-Y stage which does not illustrate the position in the strike live of a drawing irradiation field to a sample 13, and the subdeflecting system 11 performs the position control to the drawing range which divided the inside of the strike live finely.

[0015] Thus, by carrying out the shot of the controlled electron beam pattern continuously, a pattern is formed on a sample side. Moreover, before pattern drawing, it is adjusting with the ally noodle of an electron beam.

[0016] If an electron beam is irradiated by the sample 13, a secondary electron and a reflection electron will occur from a sample 13.

[0017] The electronic detector 12 arranged under the objective lens 9 detects a secondary electron and a reflection electron, and outputs the detecting signal.

[0018] Therefore, detection of a SEM image and control of beam adjustment are performed by processing the detecting signal outputted from the electronic detector 12.

[0019]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The electron optics system of such an electron beam exposure system is obliged to the composition which built by the synthetic optical-system property of these lenses or deflecting system, and the beam controlling method, and took into consideration the influence of a mechanical assembly precision, contamination, etc. enough while constituting the lighting lens 3, the projection lens 5, a reducing glass 8, an objective lens 9, etc. from an electromagnetic lens and it constitutes the forming deflecting system 6, the main deflecting system 10, the subdeflecting system 11, etc. from electrostatic deflecting system.

[0020] However, since the deflecting system for which used the electromagnetic lens for the electron optics system, and it asked from the design optically is arranged to an electromagnetic lens, superposition, or near, the bore of an electromagnetic lens was formed greatly and the complicated structure which builds deflecting system in the interior of this electromagnetic lens has been taken.

[0021] Moreover, in order to raise beam resolution, acceleration voltage of an electron beam was made high and the method which drives into the resist of the 13th page of a sample the electron beam accelerated against high acceleration is taken.

[0022] On the other hand, since various kinds of multilayered films are formed in the resist inferior surface of tongue of the 13th page of a sample, after penetrating a resist, the part reflects by the multilayered film, an electron beam turns into a dispersion electron beam, the phenomenon which penetrates a resist and returns again occurs, or the mutual interference of a beam exposure generates it according to the shot-of-condensation-and-rarefaction variation state of an electron beam pattern.

[0023] If such a phenomenon occurs, while the dotage exposure by the dispersion electron beam and the so-called proximity effect will occur in the resist by which pattern drawing was carried out and dotage will occur to a drawing pattern, resolution deteriorates.

[0024] For this reason, in order to perform pattern drawing of high resolution, it is obliged to perform proximity-effect-correction control according to the pattern configuration for the purpose which carries out amendment cancellation of the proximity effect other than original pattern drawing control.

[0025] A large-scale system is needed also in respect of an electron optics system or control means by this, a system is complicated, this complication induces the trouble of equipment, and it has the problem that the precision of pattern drawing falls as a result.

[0026] Furthermore, it will become the system which grew large increasingly as the function which raises precision and a throughput is incorporated.

[0027] Then, this invention aims at offering the electron-beam-lithography method that a miniaturization and simplification of a system are realizable, and its equipment, saving pattern drawing precision.

[0028]

[Means for Solving the Problem] According to the claim 1, it is the electron-beam-lithography method which draws on a sample at least by the electron optics system by making into an electrostatic formula each component [in / an electron optics system / on the fabrication or electron-beam-lithography method which deviates and carries out reduction projection, irradiates on a sample, and draws on this sample, and / for an electron beam] which performs fabrication, reduction projection, and a deviation at least.

[0029] According to the claim 2, it fabricates and deviates and an electron optics system is the electron beam exposure system which consisted of each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection at least, and deflecting system of the electrostatic formula which deflects an electron beam in the electron beam exposure system equipped with the electron optics system which carries out reduction projection to a sample next at least to the electron beam.

[0030] According to the claim 3, it sets to an electron beam exposure system according to claim 2. an electron optics system Two or more aperture arranged at the position, respectively in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations, The electrostatic lighting lens which adjusts an electron beam to the electron beam of the beam for lighting, Deflect the electron beam adjusted with the electrostatic lighting lens in order to obtain the aperture image which consists of the combination of each pattern of two or more aperture, and the irradiation position to aperture is controlled. And at least two electrostatic fabrication deflecting system which returns the electron beam of the pattern image obtained by passing aperture on the original optical axis, The electrostatic reducing glass which reduces the electron beam which passed these electrostatic fabrication deflecting system, The electrostatic formula which carries out reduction projection of the electron beam which passed this electrostatic reducing glass on a sample, or an electromagnetic objective lens, And the main deviation objective lens which consists of the electrostatic main deflecting system which deflects on a sample the electron beam by which reduction projection is carried out on a sample with this objective lens, and draws, It has the electrostatic sub deflector which deflects an electron beam in the scanning field of electrostatic main deflecting system, and the electronic detector which detects the secondary electron or reflection electron generated when an electron beam is irradiated by the sample.

[0031] According to the claim 4, in the electron beam exposure system according to claim 3, the main deviation objective lens consisted of two or more electrodes arranged on the same periphery, and each screening electrode by which opposite arrangement was carried out on both sides of these electrodes, and is equipped with an armature-voltage control means to impress the same voltage to two or more electrodes, to complete an electron beam, and to impress voltage to two or more electrodes, and to make the arbitrary positions on a sample deflect an electron beam.

[0032] According to the claim 5, in the electron beam exposure system according to claim 4, it had the aberration amendment means which carries out degree impression of the amount of amendments according to the aberration which impresses the same voltage to two or more electrodes of the main deviation objective lens, and is generated in an electron optics system at two or more electrodes.

[0033] According to the claim 6, in the electron beam exposure system according to claim 3, it had the electrostatic pulley main deflecting system which is arranged from electrostatic main deflecting system at the upstream of an electron beam,

deflects an electron beam, and controls aberration to the minimum to electrostatic main deflecting system, and the electrostatic pulley secondary deflecting system which is arranged at the upstream of the electron beam of an electrostatic sub diflector, deflects an electron beam, and controls aberration to the minimum to an electrostatic sub diflector.

[0034] According to the claim 7, in the electron beam exposure system according to claim 6, along with the travelling direction of an electron beam, electrostatic pulley secondary deflecting system, electrostatic pulley main deflecting system, an electrostatic sub diflector, and electrostatic main deflecting system have been arranged, and the screening electrode was made into common structure, respectively by each ** of adjoining these electrostatic pulley secondary deflecting system, electrostatic pulley main deflecting system, an electrostatic sub diflector, and electrostatic main deflecting system.

[0035] According to the claim 8, in the electron beam exposure system according to claim 6, each screening electrode is arranged at each ends side of electrostatic main deflecting system and electrostatic pulley main deflecting system, respectively.

[0036] According to the claim 9, in the electron beam exposure system according to claim 6, in order that electrostatic main deflecting system and electrostatic pulley main deflecting system may control aberration to the minimum, in order to form the interlocking ratio of each control voltage in 1:1, the shaft-orientations length or the bore of a pulley main deviation center erection load is adjusted.

[0037] According to the claim 10, in the electron beam exposure system according to claim 6, in order that an electrostatic sub diflector and electrostatic pulley secondary deflecting system may control aberration to the minimum, in order to form the interlocking ratio of each control voltage in 1:1, the shaft-orientations length or the bore of a pulley secondary deviation center erection load is adjusted.

[0038] According to the claim 11, in the electron beam exposure system according to claim 6, it had an aberration amendment means to have controlled the control voltage of electrostatic pulley main deflecting system to electrostatic main deflecting system in the addition direction, and to control the control voltage of electrostatic pulley secondary deflecting system to an electrostatic sub diflector in the subtraction direction.

[0039] the thickness of a screening electrode with the bigger bore [in / an electrostatic reducing glass / in an electron beam exposure system according to claim 3, contiguity arrangement of the aperture and the electrostatic reducing glass for cutting an unnecessary beam among two or more aperture is carried out, and] according to the claim 12 -- the thickness of a screening electrode with a small bore -- it formed at least more than double precision

[0040] the thickness of a screening electrode with a bore small [making a screening electrode with the small bore in the main deviation objective lens into the screening electrode of an electronic detector, contiguity arrangement, or common structure in an electron beam exposure system according to claim 3 according to the claim 13] -- the thickness of a screening electrode with a big bore -- it formed at least more than double precision

[0041] According to the claim 14, in an electron beam exposure system according to claim 3, electrostatic main deflecting system has been arranged all over the magnetic field of an electromagnetic objective lens.

[0042] According to the claim 15, in an electron beam exposure system according to claim 14, it is the structure where electrostatic main deflecting system has been arranged in the gap of the pole piece around which the coil which constitutes an electromagnetic objective lens was wound.

[0043] According to the claim 16, the nonmagnetic shield is attached in the point of pole piece in the electron beam exposure system according to claim 15.

[0044] According to the claim 17, each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection to an electron beam, the deflecting system of the electrostatic formula which deflects an electron beam, and two or more alignment sections that adjust the optical axis of an electron beam were provided, and it has been arranged between [which adjoins among two or more alignment sections] the alignment sections, and has the shield member which prevents the mutual interference of each alignment section.

[0045] According to the claim 18, the shield member serves as one [at least] shield pole of a lens and deflecting system in the electron beam exposure system according to claim 17.

[0046] According to the claim 19, the alignment section is equipped with the saddle type coil in the electron beam exposure system according to claim 17.

[0047] Two or more aperture arranged at the position, respectively in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations according to the claim 20, The electrostatic lighting lens which adjusts an electron beam to the electron beam of the beam for lighting, Deflect the electron beam adjusted with the electrostatic lighting lens in order to obtain the aperture image which consists of the combination of each pattern of two or more aperture, and the irradiation position to aperture is controlled. And at least two electrostatic fabrication deflecting system which returns the electron beam of the pattern image obtained by passing aperture on the original optical axis, The electrostatic reducing glass which reduces the electron beam which passed these electrostatic fabrication deflecting system, The electrostatic formula which carries out reduction projection of the electron beam which passed this electrostatic reducing glass on a sample, or an electromagnetic objective lens, And the main deviation objective lens which consists of the electrostatic main deflecting system which deflects on a sample the electron beam by which reduction projection is carried out on a sample with this objective lens, and draws, The electrostatic sub diflector which deflects an electron beam in the scanning field of electrostatic main deflecting system, It has been arranged between the alignment sections with the electronic detector which detects the secondary electron or reflection electron generated when an electron beam is irradiated by the sample, and two or more alignment sections which adjust the optical axis of an electron beam, and has the shield member which prevents the mutual interference of the alignment section.

[0048] According to the claim 21, the shield member serves as one [at least] shield pole of a lens and deflecting system in the electron beam exposure system according to claim 20.

[0049] According to the claim 22, the alignment section is equipped with the saddle type coil in the electron beam exposure

system according to claim 20.

[0050] Two or more aperture arranged at the position, respectively in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations according to the claim 23, Each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection to an electron beam, and the deflecting system of the electrostatic formula which deflects an electron beam, Providing two or more alignment sections which adjust the optical axis of an electron beam, the alignment section adjusts alignment based on the pattern image obtained from the aperture by which the electron beam was irradiated.

[0051] According to the claim 24, in the electron beam exposure system according to claim 23, aperture is electrically insulated from each lens, deflecting system, and the alignment section.

[0052] In each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection to an electron beam according to the claim 25, and the electron-beam-lithography method which draws using the deflecting system of the electrostatic formula which deflects the aforementioned electron beam The 1st voltage impression process which the voltage for performing fabrication, reduction projection, and a deviation impresses to the aforementioned electron beam, It has the 2nd voltage impression process which impresses the aforementioned voltage for reducing the space charge effect which is the voltage impression process of the above 1st and is generated, and the voltage of reversed polarity, the space charge effect is reduced, and generating of dotage of a pattern image is reduced.

[0053] Each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection to an electron beam according to the claim 26, The deflecting system of the electrostatic formula which deflects the aforementioned electron beam is provided. among each aforementioned lens and deflecting system to at least one The 1st electrode to which predetermined voltage is impressed, and the 2nd electrode by which opposite arrangement is carried out and the aforementioned voltage and the voltage of reversed polarity are impressed to this 1st electrode prepare so that it may act on the aforementioned electron beam, the space charge effect is reduced, and generating of dotage of a pattern image is reduced.

[0054] According to the claim 27, in the electron beam exposure system according to claim 26, the 2nd electrode of the above is prepared in the travelling-direction side of the aforementioned electron beam to the 1st electrode of the above.

[0055] According to the claim 28, in the electron beam exposure system according to claim 26, the 2nd electrode of the above is prepared in the objective lens among each aforementioned lens and deflecting system.

[0056] According to the claim 29, in an electron beam exposure system according to claim 26, the absolute value of the voltage impressed to the 2nd electrode of the above is 0.2 to 1.2 times the absolute value of the voltage impressed to the 1st electrode of the above.

[0057] According to the claim 30, in an electron beam exposure system according to claim 26, the absolute value of the voltage impressed to the 2nd electrode of the above is 0.5 to 1 time the absolute value of the voltage impressed to the 1st electrode of the above.

[0058] The aperture arranged at the position in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations according to the claim 31, The electrostatic lighting lens which adjusts the aforementioned electron beam to the electron beam of the beam for lighting, Deflect the aforementioned electron beam adjusted with the aforementioned electrostatic lighting lens, and the irradiation position to the aforementioned aperture is controlled. And at least two electrostatic fabrication deflecting system which returns the electron beam of the pattern image obtained by passing the aforementioned aperture on the original optical axis, The electrostatic reducing glass which reduces the aforementioned electron beam which passed these electrostatic fabrication deflecting system, The electrostatic formula which carries out reduction projection of the aforementioned electron beam which passed this electrostatic reducing glass on the aforementioned sample, or an electromagnetic objective lens, And the main deviation objective lens which consists of the electrostatic main deflecting system which deflects the aforementioned electron beam by which reduction projection is carried out on the aforementioned sample with this objective lens on the aforementioned sample, and draws, It has the electrostatic sub deflector which deflects the aforementioned electron beam in the scanning field of the aforementioned electrostatic main deflecting system. either [at least] the aforementioned electrostatic reducing glass or the aforementioned objective lens The 1st electrode to which predetermined voltage is impressed, and the 2nd electrode by which opposite arrangement is carried out and the aforementioned voltage and the voltage of reversed polarity are impressed to this 1st electrode prepare so that it may act on the aforementioned electron beam, the space charge effect is reduced, and generating of dotage of a pattern image is reduced.

[0059] According to the claim 32, in the electron beam exposure system according to claim 31, the 2nd electrode of the above is prepared in the travelling-direction side of the aforementioned electron beam to the 1st electrode of the above.

[0060] According to the claim 33, in the electron beam exposure system according to claim 31, the 2nd electrode of the above is prepared in the aforementioned objective lens.

[0061] According to the claim 34, in an electron beam exposure system according to claim 31, the absolute value of the voltage impressed to the 2nd electrode of the above is 0.2 to 1.2 times the absolute value of the voltage impressed to the 1st electrode of the above.

[0062] According to the claim 35, in an electron beam exposure system according to claim 31, the absolute value of the voltage impressed to the 2nd electrode of the above is 0.5 to 1 time the absolute value of the voltage impressed to the 1st electrode of the above.

[0063] In each lens of the electrostatic formula which performs fabrication and reduction projection to an electron beam according to the claim 36, and the electron-beam-lithography method which draws using the deflecting system of the electrostatic formula which deflects the aforementioned electron beam Having a reduction projection process for the forming cycle which fabricates the aforementioned electron beam using the cell in which it was prepared by aperture, and the aforementioned electron beam, the aforementioned reduction projection process controls the reduction percentage in the aforementioned reduction projection process based on the position of the aforementioned electron beam irradiated by the cell on the aforementioned aperture.

[0064] The aperture arranged at the position in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations according to the claim 37, The electrostatic lighting lens which adjusts the aforementioned electron beam to the electron beam of the beam for lighting, Deflect the aforementioned electron beam adjusted with the aforementioned electrostatic lighting lens, and the irradiation position to the aforementioned aperture is controlled. And at least two electrostatic fabrication deflecting system which returns the electron beam of the pattern image obtained by passing the aforementioned aperture on the original optical axis, The electrostatic reducing glass which reduces the aforementioned electron beam which passed these electrostatic fabrication deflecting system, The electrostatic formula which carries out reduction projection of the aforementioned electron beam which passed this electrostatic reducing glass on the aforementioned sample, or an electromagnetic objective lens, And the main deviation objective lens which consists of the electrostatic main deflecting system which deflects the aforementioned electron beam by which reduction projection is carried out on the aforementioned sample with this objective lens on the aforementioned sample, and draws, It had the electrostatic sub deflector which deflects the aforementioned electron beam in the scanning field of the aforementioned electrostatic main deflecting system, and has the control section which controls the reduction percentage of the aforementioned pattern image by which projection is carried out based on the position of the cell on the aforementioned aperture.

[0065] According to the claim 38, in an electron beam exposure system according to claim 37, the aforementioned control section controls the lighting scale factor of the aforementioned electrostatic lighting lens.

[0066] The aperture arranged at the position in order to adjust an electron beam to arbitrary configurations according to the claim 39, The electrostatic lighting lens which adjusts the aforementioned electron beam to the electron beam of the beam for lighting, Deflect the aforementioned electron beam adjusted with the aforementioned electrostatic lighting lens, and the irradiation position to the aforementioned aperture is controlled. And at least two electrostatic fabrication deflecting system which returns the electron beam of the pattern image obtained by passing the aforementioned aperture on the original optical axis, The electrostatic reducing glass which reduces the aforementioned electron beam which passed these electrostatic fabrication deflecting system, The electrostatic formula which carries out reduction projection of the aforementioned electron beam which passed this electrostatic reducing glass on the aforementioned sample, or an electromagnetic objective lens, And the main deviation objective lens which consists of the electrostatic main deflecting system which deflects the aforementioned electron beam by which reduction projection is carried out on the aforementioned sample with this objective lens on the aforementioned sample, and draws, It has the electrostatic sub deflector which deflects the aforementioned electron beam in the scanning field of the aforementioned electrostatic main deflecting system, and irrespective of the position of the cell on the aforementioned aperture, based on the position of the aforementioned cell, the size of the aforementioned cell is defined so that the size of the aforementioned pattern image by which projection is carried out may be set constant.

[0067]

[Embodiments of the Invention] (1) Explain the gestalt of operation of the 1st of this invention with reference to a drawing hereafter. In addition, the same sign is given to the same portion as drawing 21 .

[0068] Drawing 1 is the block diagram of an electron beam exposure system, and drawing 2 is drawing showing the cross-section structure of this equipment.

[0069] First, explanation of the whole arrangement arranges the 1st shaping aperture 4, the electrostatic lighting lens 20, the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21, the 2nd shaping aperture 7, the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22, the 3rd aperture 23, the electrostatic reducing glass 24, the electrostatic main deviation objective lens 25, and the electronic detector 12 as each component of an electron optics system on the optical axis of the electron beam 2 emitted from an electron gun 1.

[0070] Among these, the electrostatic main deviation objective lens 25 consists of an electrostatic objective lens 26 and electrostatic main deflecting system 27.

[0071] Moreover, in the optical axis of an electron beam 2, an electrostatic sub deflector 28, the electrostatic pulley main deflecting system 29, and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 are arranged at the upstream of the electrostatic main deviation objective lens 25.

[0072] Next, each component of the above-mentioned electron optics system is explained.

[0073] As shown in drawing 22 like the above, a rectangle or circular cell aperture 4a is formed in the 1st shaping aperture 4, and two or more cell aperture 7b and 7c of various configurations, such as cell aperture 7a which combined the rhombus and the rectangle as shown in drawing 23 , and -- are formed in the 2nd shaping aperture 7.

[0074] The electrostatic lighting lens 20 prepares the electron beam 2 emitted from the electron gun 1 to a uniform electron beam (lighting beam), and has become what has arranged 1st lighting lens 20a and 2nd lighting lens 20b on an optical axis.

[0075] These [1st] and the 2nd lighting lens 20a and 20b consist of electrostatic lenses, respectively, as shown in drawing 3 , they arrange each electrode 20-2 and 20-3 on both sides of an electrode (erection load) 20-1 which impressed negative voltage, and they are constituted by these electrodes 20-2 and the AINTSUERU type lens from which both 20-3 was dropped on the ground (G).

[0076] Among these, the crossover of 2nd lighting lens 20b is constituting so that image formation's may be carried out to the position of the 3rd aperture 23, and carrying out adjustable control of the applied voltage to the 1st and 2nd lighting lenses 20a and 20b, can choose the scale factor of a lighting beam arbitrarily, and has composition which controls the current density on the sample side of a lighting beam.

[0077] The 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 consists of each deflecting system 21a and 21b, in order to obtain a desired aperture image on the 13th page of a sample, it deflects the electron beam fabricated with the electrostatic lighting lens 20, and it has the function which controls the irradiation position to the 2nd shaping aperture 7.

[0078] The 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 consists of each deflecting system 22a and 22b, and has the function to return the electron beam of the aperture image obtained by passing the 2nd aperture fabrication 7 on the original

optical axis.

[0079] These [1st] and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22 are what has arranged each electrodes 32 and 33 on both sides of the electrode 31 of eight poles as shown in drawing 4 , and dropped both these electrodes 32 and 33 on the ground (G), and are each voltage V1-V8 to each of the electrode 31 of eight poles. It impressed independently and deviation control of the electron beam has been carried out.

[0080] Moreover, these [1st] and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22 For example, if the composition and the configuration of each deflecting system 21a, 21b, 22a, and 22b are designed identically These four voltage linkage ratios can be controlled by voltage of the interlocking ratio of the combination of +Vi:-V1, it can control by the form where the polarity of a common control voltage was changed, and an electrical circuit form can be simplified. : - Vi : - Vi : +V1 - Vi : +Vi : +Vi

[0081] Furthermore, as shown in these [1st] and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22 at drawing 2 , each screening electrodes 34, 35, and 36, and 37, 38 and 39 are prepared, respectively. And when it continues and adjoins and these [1st] and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22 are arranged, it has structure intercepted with a shield so that mutual electric field might not affect deviation control.

[0082] It is made the structure which considers as the composition which prevents interference of contiguity deflecting system by sharing the screening electrodes 35 and 38 which adjoin as this invention equipment shows to drawing 2 as the cure, since it becomes the point to design the length of an electron optics system short as much as possible since an electronic coulomb rebounding phenomenon becomes remarkable by the crossover point of an electron beam 2 when it constitutes from an electron optics system which applied the electron gun 1 of especially low acceleration, and little-izes the optical path length.

[0083] The electrostatic reducing glass 24 reduces the electron beam which passed the 1st and 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22.

[0084] The 3rd aperture 23 is installed in the upper part of this electrostatic reducing glass 24. This 3rd aperture 23 is formed in order to cut the unnecessary beam scattered about in the 1st and 2nd shaping apertures 4 and 7 grades.

[0085] Since this 3rd aperture 23 is formed in the position which approaches to the electrostatic reducing glass 24, it has structure joined to the electrostatic reducing glass 24 as shown in drawing 2 .

[0086] In this case, it forms in the thickness more than double precision at least, and thickness of top screening-electrode 24a of the electrostatic reducing glass 24 is used as the stable optical system which the discontinuous beam orbit produced by making the screening electrode of the thickness of bottom screening-electrode 24b from which the bore differed by this continue does not generate.

[0087] The main deviation objective lens 25 consists of two or more electrodes divided into the multi-electrode of four multiples arranged on the same periphery like the electrostatic fabrication deflecting system shown in above-mentioned drawing 4 , and each screening electrode by which opposite arrangement was carried out on both sides of these electrodes, among these each screening electrode of both is dropped on the ground.

[0088] And like the above, with one structure, this main deviation objective lens 25 has the function of the both sides of the electrostatic objective lens 26 and the electrostatic main deflecting system 27, and operates. And the armature-voltage control section 40 is connected to these electrostatic objective lens 26 and the electrostatic main deflecting system 27. And these electrostatic objective lens 26 and the electrostatic main deflecting system 27 have the following functions by the armature-voltage control to the electrostatic objective lens 26 and the electrostatic main deflecting system 27 by this armature-voltage control section 40.

[0089] The electrostatic objective lens 26 carries out reduction projection of the electron beam which passed the electrostatic reducing glass 24 on a sample 13, and an electron beam 2 is completed by impressing the same voltage as an electrode.

[0090] The electron beam by which reduction projection is carried out on a sample 13 with the electrostatic objective lens 26 is deflected on a sample 13, and it draws, and a degree operation is carried out, independent-control voltage other than lens convergence voltage is impressed to an electrode, and the electrostatic main deflecting system 27 moves an electron beam to the arbitrary positions on the field of a sample 13.

[0091] Moreover, the 1st aberration amendment section 41 is connected to these electrostatic objective lens 26 and the electrostatic main deflecting system 27.

[0092] This aberration amendment section 41 has the control function which minimizes the aberration which carries out degree impression of the amount of amendments according to the aberration generated in the electron optics system to the main deviation objective lens 25 at two or more electrodes, and is generated in the main deflecting system.

[0093] The above-mentioned electrostatic sub deflector 28 has the function which carries out the minute deviation of the electron beam in the scanning field of the electrostatic main deflecting system 27.

[0094] The electrostatic pulley main deflecting system 29 is arranged to the electrostatic main deflecting system 27 at the upstream of an electron beam, deflects an electron beam 2, and has the function which controls to the minimum the various lens aberration and deflection errors which are generated according to beam deflection control by the 13th page of a sample.

[0095] The shaft-orientations length or the bore of a pulley main deviation center erection load is adjusted so that the these electrostatic main deflecting system 27 and the electrostatic pulley main deflecting system 29 may be materialized on the control-voltage conditions of the control linkage ratio 1:1 in the conditions which make the minimum the various lens aberration and deflection errors which are generated according to the beam deflection of the 13th page of a sample.

[0096] Furthermore, in order to lose the influence of the adjoining deflecting system, screening-electrode 27a is prepared in the ends of the these electrostatic main deflecting system 27 and the electrostatic pulley main deflecting system 29.

[0097] Thus, the electrostatic pulley main deflecting system 29 and the electrostatic main deflecting system 27 are controllable by the conditions of the same voltage value by preparing the length or the bore of shaft orientations of a pulley main deviation center erection load, and arranging a screening electrode to the ends side of the electrostatic pulley main

deflecting system 29 and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30.

[0098] The electrostatic pulley secondary deflecting system 30 deflects an electron beam 2, and has the function which controls to the minimum the various lens aberration and the subdeflection errors which are generated according to the beam secondary deviation of the 13th page of a sample.

[0099] The shaft-orientations length or the bore of a pulley secondary deflecting system center erection load is adjusted so that the above-mentioned electrostatic sub deflector 28 and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 may be materialized on the control-voltage conditions of the control linkage ratio 1:1.

[0100] Furthermore, in order to lose the influence of the adjoining deflecting system, each screening electrodes 28a, 28b, 30a, and 30b are formed in the ends of these electrostatic sub deflectors 28 and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30.

[0101] Thus, the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 and an electrostatic sub deflector 28 are controllable by the conditions of the same voltage value by preparing the length or the bore of shaft orientations of a pulley secondary deviation center erection load, and arranging a screening electrode to the ends side of the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30.

[0102] Moreover, the 2nd aberration amendment section 42 is connected to the electrostatic pulley main deflecting system 29 and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30.

[0103] This 2nd aberration amendment section 42 controls the control voltage of the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 to an electrostatic sub deflector 28 in the subtraction direction to control the control voltage of the electrostatic pulley main deflecting system 29 to the electrostatic main deflecting system 27 in the addition direction to be shown in drawing 5, and to be shown in drawing 6, and has the function which minimizes synthetic aberration.

[0104] By the way, the above-mentioned electrostatic pulley secondary deflecting system 30, the electrostatic pulley main deflecting system 29, an electrostatic sub deflector 28, and the electrostatic main deflecting system 27 are arranged along with the travelling direction of an electron beam 2, and they are arranged at each ** of the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 which these-adjoins, the electrostatic pulley main deflecting system 29, an electrostatic sub deflector 28, and the electrostatic main deflecting system 27 so that each screening electrodes 30b (29a), 28a (29b), and 28b (27a) may use in common

[0105] By using such each screening electrode, a mutual interference can be prevented, the length of the whole electron optics system is turned small, and lens aberration and deflection errors are made smaller than this.

[0106] The above-mentioned electronic detector 12 is arranged under the main deviation objective lens 25. And the bottom screening electrode 43 in this main deviation objective lens 25 has structure shared as a screening electrode of the electronic detector 12 as shown in drawing 7. in this case, the thickness of the bottom screening electrode 43 -- the thickness of top screening-electrode 28b (27a) -- it is formed at least more than double precision

[0107] Next, an operation of the constituted equipment is explained like the above.

[0108] A sample 13 is laid on X-Y table 44.

[0109] The electron beam 2 emitted from the electron gun 1 is irradiated by the 1st shaping aperture 4 which has a rectangle or circular cell aperture, and passes this 1st shaping aperture 4.

[0110] To the electron beam 2 which passed the 1st shaping aperture 4, to one cell aperture to be able to set to the 2nd shaping aperture 7, the electronic-formula lighting lens 20 is large enough, and is expanded to the beam diameter of the size which does not interfere in adjoining cell aperture.

[0111] At this time, 2nd lighting lens 20b carries out image formation of the electron beam 2 to the position of the 3rd shaping aperture 23. Moreover, by carrying out adjustable control of the applied voltage of the 1st and 2nd lighting lenses 20a and 20b, the scale factor of an electron beam (here lighting beam) 2 is chosen arbitrarily, and the current density on the sample side of an electron beam 2 is controlled.

[0112] In order to obtain a desired aperture image combining each cell aperture of the 1st shaping aperture 4 and the 2nd shaping aperture 7, the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 deflects the electron beam 2 from the electrostatic lighting lens 20, and controls an irradiation position to choose the cell aperture made into the purpose among each cell aperture currently formed in the 2nd shaping aperture 7.

[0113] The 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 returns the electron beam 2 of the aperture image obtained by passing the 2nd aperture fabrication 7 on the original optical axis.

[0114] The electrostatic reducing glass 24 reduces the electron beam 2 which passed the 1st and 2nd electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22. That is, the electron beam 2 which passed the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21, the 2nd shaping aperture 7, and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 is started as a cell pattern beam on the basis of the 2nd shaping aperture 7, and the electronic-formula reducing glass 24 is passed in the state where it was returned on the optical axis of an electron optics system.

[0115] And the electrostatic objective lens 26 of the main deviation objective lens 25 carries out reduction projection of the electron beam which passed the electrostatic reducing glass 24 on a sample 13, and with this, the electrostatic main deflecting system 27 deflects the electron beam 2 by which reduction projection is carried out on a sample 13 with the electrostatic objective lens 26 on a sample 13, and draws it.

[0116] At this time, the electrostatic main deflecting system 27 and an electrostatic sub deflector 28 control the current beam position to a drawing pattern position. That is, the electrostatic main deflecting system 27 carries out the minute deviation of the electron beam in the scanning field of the electrostatic main deflecting system 27 to the sample 13 carried on X-Y table 44, referring to the position of X-Y table 44 for the position of a drawing field, and an electrostatic sub deflector 28 performs position control to the drawing range divided finely.

[0117] Furthermore, the electrostatic pulley main deflecting system 29 deflects an electron beam, controls to the minimum the

various lens aberration and deflection errors which are generated according to beam deflection control by the 13th page of a sample, and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 deflects an electron beam 2, and it controls to the minimum the various lens aberration and the subdeflection errors which are generated according to the beam secondary deviation of the 13th page of a sample.

[0118] Moreover, the 1st aberration amendment section 41 receives impressing the same voltage to two or more electrodes of the main deviation objective lens 25, and converging an electron beam 2, it controls the control voltage of the electrostatic pulley main deflecting system 29 to the electrostatic main deflecting system 27 in the addition direction so that degree impression is carried out and the amount of amendments which searched for the aberration generated in an electron optics system beforehand according to the amount of main deviations is shown in two or more electrodes at drawing 5, and it minimizes the aberration generated in the main deflecting system.

[0119] The 2nd aberration amendment section 42 controls the control voltage of the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 to an electrostatic sub deflector 28 in the subtraction direction to be shown in drawing 6, and minimizes synthetic aberration.

[0120] Thus, the electron beam 2 formed in the desired aperture image irradiates a sample 13, and forms a pattern.

[0121] In addition, the job which draws, and the job to adjust are performed separately.

[0122] The electronic detector 12 detects the secondary electron and reflection electron which were generated from the sample 13, and outputs the detecting signal.

[0123] Therefore, detection of a SEM image and control of beam adjustment are performed by processing the detecting signal outputted from the electronic detector 12.

[0124] Here, a comparatively high control voltage is impressed to the electronic detector 12, and in order to make spherical aberration small further, it is approached and installed to the main deviation objective lens 25. this shows the bottom screening electrode 43 in the main deviation objective lens 25 like the above to drawing 7 -- as -- as the screening electrode of the electronic detector 12 -- using in common -- and the thickness of the bottom screening electrode 43 -- the thickness of top screening-electrode 28b (27a) -- it forms at least more than double precision

[0125] As shown in drawing 8, electric-field offset field ΔE would occur, and this will have prevented producing deviation in an optical property, if a bore arranges without taking into consideration the thickness of the Z direction which is the direction of an optical axis of an electron optics system about a small screening electrode.

[0126] Thus, in the gestalt of implementation of the above 1st, since an electrostatic lens and electrostatic deflecting system constituted each component in an electron optics system, -izing of the length of the whole electron optics system can be carried out [little] by the ability of the screening electrode used for these electrostatic lens or electrostatic deflecting system to be shared between adjoining electrostatic lenses and electrostatic deflecting system, and a very small electron beam exposure system can be realized.

[0127] Moreover, by constituting with an electrostatic lens or electrostatic deflecting system, it becomes what was most suitable for the electron beam exposure system for the low acceleration electron beam 2, there is no influence of the page [of a sample / 13th] proximity effect, and the amendment control to the complicated proximity effect becomes unnecessary.

[0128] Furthermore, the simplification of a system can also plan an electron optics system and a controlling surface sharply, and its trouble in drawing equipment decreases, and they can respond to a production site enough.

[0129] Thereby, also about the high throughput processing made into the greatest weak point of an electron beam exposure system, the simplification of small and a system can be realized saving drawing precision, it becomes possible to build the parallel control system which has arranged several electron optics systems, and a high throughput electron beam exposure system can be built.

(2) Explain the gestalt of operation of the 2nd of this invention below with reference to a drawing. In addition, the same sign is given to the same portion as drawing 2, and the detailed explanation is omitted.

[0130] Drawing 9 is the block diagram of an electron beam exposure system.

[0131] The electromagnetic objective lens 50 is formed on the optical axis of an electron optics system. This electromagnetic objective lens 50 is a cylindrical shape-like, and consists of pole piece 51 by which opening (gap) was formed in the inside, and a coil 52 wound around this pole piece 51.

[0132] In the gap of the pole piece 51 of this electromagnetic objective lens 50, it has the structure where the electrostatic main deflecting system 53 was built in. That is, the electrostatic main deflecting system 53 is arranged in the magnetic field of the electromagnetic objective lens 50.

[0133] Thus, since the electrostatic main deflecting system 53 was built in in the gap of the pole piece 51 of the electromagnetic objective lens 50, it has composition which controls independently the lens function by the electromagnetic objective lens 50, and the deviation function to the electron beam 2 by the electrostatic main deflecting system 53, respectively.

[0134] Moreover, the nonmagnetic shield 54 is attached in the point of the pole piece 51, and it has at it the structure where the leakage electric field by the electrostatic main deflecting system 53 do not influence others.

[0135] In addition, the control wiring to the electrostatic main deflecting system 53 forms a breakthrough 55 in the pole piece 51, as shown in drawing 10, and it is performed by pulling out wiring from this breakthrough 55.

[0136] Moreover, an auxiliary coil 56 is formed in the pole piece 51, and you may make it adjust the magnetic field generated with the electromagnetic objective lens 50 to it.

[0137] The electron beam 2 by which reduction projection is carried out on a sample 13 with the electromagnetic objective lens 50 is deflected on a sample 13, and it draws, and a degree operation is carried out, independent-control voltage other than lens convergence voltage is impressed to an electrode, and the electrostatic main deflecting system 53 moves an electron beam to the arbitrary positions on the field of a sample 13.

[0138] Here, the above-mentioned electrostatic pulley secondary deflecting system 30, the electrostatic pulley main deflecting system 29, an electrostatic sub deflector 28, and the electrostatic main deflecting system 53 are arranged along with the travelling direction of an electron beam 2, and they are arranged at each ** of the electrostatic pulley main deflecting system 29 which these-adjoints, an electrostatic sub deflector 28, and the electrostatic main deflecting system 53 so that each screening electrodes 30b (29a), 28a (29b), and 54 may use in common, respectively.

[0139] According to the structure which shares such each screening electrode, the length of the whole electron optics system is turned small, and lens aberration and deflection errors are made small.

[0140] Next, an operation of the constituted equipment is explained like the above.

[0141] The electron beam 2 emitted from the electron gun 1 is irradiated by the 1st shaping aperture 4 which has a rectangle or circular cell aperture.

[0142] To the electron beam 2 which passed the 1st shaping aperture 4, to one cell aperture to be able to set to the 2nd shaping aperture 7, the electrostatic lighting lens 20 is large enough, and is expanded to the beam diameter of the size which does not interfere in adjoining cell aperture.

[0143] At this time, 2nd lighting lens 20b carries out image formation of the electron beam 2 to the position of the 3rd aperture 23. Moreover, by carrying out adjustable control of the applied voltage of the 1st and 2nd lighting lenses 20a and 20b, while choosing the scale factor of an electron beam 2 arbitrarily, the current density on a sample side is controlled.

[0144] In order to obtain a desired aperture image combining each cell aperture of the 1st shaping aperture 4 and the 2nd shaping aperture 7, the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 deflects the electron beam 2 from the electrostatic lighting lens 20, and controls an irradiation position to choose the cell aperture made into the purpose among each cell aperture currently formed in the 2nd shaping aperture 7.

[0145] The 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 returns the electron beam 2 of the aperture image obtained by passing the 2nd aperture fabrication 7 on the original optical axis.

[0146] The electron beam 2 which passed the 2nd shaping aperture 7 and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 from the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 is started as a cell pattern beam on the basis of the 2nd shaping aperture 7, and the electrostatic reducing glass 24 is passed in the state where it was returned on the optical axis of an electron optics system. The electron beam 2 which passed this electrostatic reducing glass 24 is reduced.

[0147] This electromagnetic objective lens 50 carries out reduction projection of the electron beam which passed the electrostatic reducing glass 24 on a sample 13, and with this, the electrostatic main deflecting system 53 deflects the electron beam 2 by which reduction projection is carried out on a sample 13 with the electromagnetic objective lens 50 on a sample 13, and draws it.

[0148] At this time, the electrostatic main deflecting system 53 carries out the minute deviation of the electron beam in the scanning field of the electrostatic main deflecting system 53 to the sample 13 carried on X-Y table 44, referring to the position of X-Y table 44 for the position of a drawing field.

[0149] With this, an electrostatic sub deflector 28 performs position control to the drawing range divided finely.

[0150] Furthermore, the electrostatic pulley main deflecting system 29 deflects an electron beam, controls to the minimum the various lens aberration and deflection errors which are generated according to beam deflection control by the 13th page of a sample, and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30 deflects an electron beam 2, and it controls to the minimum the various lens aberration and the subdeflection errors which are generated according to the beam secondary deviation of the 13th page of a sample.

[0151] Thus, the electron beam 2 formed in the desired aperture image is irradiated at a sample 13, and a pattern is formed.

[0152] The electronic detector 12 detects the secondary electron and reflection electron which were generated from the sample 13, and outputs the detecting signal. By processing the detecting signal outputted from this electronic detector 12, detection of a SEM image and control of beam adjustment are performed.

[0153] Thus, in the gestalt of implementation of the above 2nd, since the electrostatic lens, and electrostatic deflecting system and an electromagnetic objective lens constituted each component in an electron optics system, -izing of the length of the whole electron optics system can be carried out [little] by the ability of the screening electrode used for these electrostatic lens or electrostatic deflecting system to be shared between adjoining electrostatic lenses and electrostatic deflecting system like the gestalt of implementation of the above 1st, and a very small electron beam exposure system can be realized.

[0154] Moreover, since the electrostatic main deflecting system 53 was built in in the gap of the pole piece 51 of the electromagnetic objective lens 50, the lens function by the electromagnetic objective lens 50 and the deviation function to the electron beam 2 by the electrostatic main deflecting system 53 are controllable independently, respectively.

[0155] Moreover, since the nonmagnetic shield 54 was attached in the point of the pole piece 51, the leakage electric field generated from the electrostatic main deflecting system 53 can be absorbed, and the deflecting system which adjoins leakage electric field is not affected.

[0156] Moreover, since a breakthrough 55 is formed and wiring to the electrostatic main deflecting system 53 is pulled out to the pole piece 51, complicated wiring can be simplified.

[0157] Moreover, by constituting with an electrostatic lens or electrostatic deflecting system, it becomes what was most suitable for the electron beam exposure system for the low acceleration electron beam 2, there is no influence of the page [of a sample / 13th] proximity effect, and the amendment control to the complicated proximity effect becomes unnecessary.

[0158] Furthermore, the simplification of a system can also plan an electron optics system and a controlling surface sharply, and its trouble in drawing equipment decreases, and they can respond to a production site enough.

[0159] Thereby, also about the high throughput processing made into the greatest weak point of an electron beam exposure system, the simplification of small and a system can be realized saving drawing precision, it becomes possible to build the parallel control system which has arranged several electron optics systems, and a high throughput electron beam exposure

system can be built.

[0160] Drawing 11 is the block diagram showing the gestalt of operation of the 3rd of the electron beam exposure system concerning this invention. In addition, in drawing 11, the same sign is given to the same functional division as drawing 2 mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0161] The center position of a lens and aperture is equipped with 4 sets of alignment mechanisms 60-90 for performing optical-axis doubling an electron beam in the electron beam exposure system. In addition, an example of optical-axis doubling is shown in the left-hand side of drawing 11, and the alternate long and short dash line C shows the center position to it. On the other hand, instead of the 2nd shaping aperture 7, the 2nd shaping aperture 100 is arranged, and the 3rd shaping aperture 101 is arranged instead of being the 3rd shaping aperture 23.

[0162] The alignment mechanism 60 is established between 1st lighting lens 20a and 2nd lighting lens 20b. The alignment mechanism 70 is formed in the periphery side of the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21. The alignment mechanism 80 is formed in the periphery side of the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22. The alignment mechanism 90 is formed in the periphery side of an electrostatic sub deflector 28, the electrostatic pulley main deflecting system 29, and the electrostatic pulley secondary deflecting system 30.

[0163] the shield with which the alignment mechanism 60 consists of magnetic material arranged in the position inserted into the alignment section 61 which performs shift control, the alignment section 62 which performs tilt control, and both [these] the alignment sections 61 and 62 -- it has the member 63 Moreover, the alignment sections 61 and 62 consist of saddle type alignment coils 61a and 62a, respectively.

[0164] The alignment mechanism 70 is equipped with the alignment section 71 which performs shift control, and the alignment section 72 which performs tilt control. In addition, screening electrodes 34-36 have composition which served as each alignment section 71 and the shield member between 72. Moreover, the alignment sections 71 and 72 consist of saddle type alignment coils 71a and 72a, respectively.

[0165] The alignment mechanism 80 is equipped with the alignment section 81 which performs shift control, and the alignment section 82 which performs tilt control. In addition, screening electrodes 37-39 have composition which served as each alignment section 81 and the shield member between 82. Moreover, the alignment sections 81 and 82 consist of saddle type alignment coils 81a and 82a, respectively.

[0166] The alignment mechanism 90 is equipped with the alignment section 91 which performs shift control, and the alignment section 92 which performs tilt control. In addition, screening electrodes 27a, 28a, 28b, 29a, 29b, 30a, and 30b have composition which served as each alignment section 91 and the shield member between 92. Moreover, the alignment sections 91 and 92 consist of saddle type alignment coils 91a and 92a, respectively.

[0167] The 2nd shaping aperture 100 and the 3rd shaping aperture 101 insulate electrically [other members], and are arranged. These [2nd] and the 3rd shaping aperture 100,101 have the current detection function to detect the current which an electron beam is irradiated and is generated, are connecting with the monitor which is not illustrated and displaying the image of an aperture hole as a monitor image, and adjust an alignment coil.

[0168] Thus, in the constituted electron beam exposure system, drawing by the electron beam is performed like the electron beam exposure system in the gestalt of the 1st operation mentioned above. In addition, before drawing, each alignment mechanisms 60-90 perform optical-axis doubling to each lenses 24 and 26 and the center position of each shaping aperture 100,101 by performing shift control and tilt control.

[0169] (a) of drawing 12 and (b) are drawings for explaining the alignment mechanism 70 among the alignment mechanisms 60-90. That is, as shown in (a) of drawing 12, shift control is carried out by the alignment section 71, and, next, tilt control of the electron beam 2 is carried out by the alignment section 72. And incidence will be carried out to the electrostatic reducing glass 24. It seems that the flux density curve which acts on the electron beam 2 at this time is shown in (b) of drawing 12. That is, since a magnetic field turns into a zero magnetic field in the position of screening electrodes (shield member) 35-37, interference between the alignment section 71 and 72 is lost, and an independent control is possible.

[0170] On the other hand, (a) of drawing 13 and (b) are drawings for comparison. That is, as shown in (a) of drawing 13, when there is no shield member, as shown in (b) of drawing 13, the alignment section 71 and the alignment section 72 may interfere mutually, and the degree operation of a magnetic field may occur. For this reason, if control of the shift amount by the alignment section 71 and the amount of tilts by the alignment section 72 are controlled, mutual control will be influenced and it will become difficult to make the center of a lens 24 precision improve incidence.

[0171] Moreover, drawing 14 - drawing 17 are drawings comparing and showing the case where a saddle type coil and a toroidal type coil are used, respectively in the alignment coil in each alignment section of the alignment mechanisms 60-90. In addition, drawing 14 and drawing 16 are [a saddle type coil, drawing 15, and drawing 17] toroidal type coils.

[0172] In the saddle type coil, as shown in (a) of drawing 14, it is wound around sense which is illustrated to a coil 111 to the core 110. For this reason, equistasis line of magnetic force becomes what is shown in [M] (a) of (b) and drawing 16 of drawing 14, and electromagnetic force is generated as shown in [L] (b) of drawing 14.

[0173] at this time, it is shown in (b) of drawing 16 -- as -- a shield -- if the member 112 is arranged -- the equistasis line of magnetic force M -- a shield -- it is intercepted by the member 112 and magnetic field strength serves as zero

[0174] It is wound around sense which a coil 114 illustrates to a core 113 in a toroidal type coil on the other hand as shown in (a) of drawing 15. It seems that for this reason, electromagnetic force is generated as shown in [Q] (b) of drawing 15, and equistasis line of magnetic force is shown in [R] (a) of (b) and drawing 17 of drawing 15.

[0175] at this time, it is shown in (b) of drawing 17 -- as -- a shield -- the relation of how depending on which equistasis line of magnetic force flows even if the member 112 is arranged -- a shield -- a member 112 is overcome and the phenomenon in which equistasis line of magnetic force permeates occurs Therefore, as the alignment section equipped with the shield member, a saddle type coil can prevent a mutual interference more effectively rather than a toroidal type coil.

[0176] (a) of drawing 18 is drawing showing the adjustment method of the alignment coil by the 2nd aperture 100. Namely, the 2nd aperture 100 transposes the electron beam 2 irradiated by the front face to a current signal, and displays it on a monitor. And the scan of the predetermined aperture area on the 2nd aperture 100 is carried out for the alignment mechanisms 60 and 70 with an electron beam 2 by the electric processor. If the scan of the aperture hole 100a is carried out at this time, the monitor image of aperture hole 100a will be obtained. Since the position of aperture hole 100a moves with a frog in scanning area, an aperture image is moved to the center on a monitor. The optical axis of the electron beam 2 over an aperture center can be doubled by adjusting so that the image of aperture hole 100a may be located in a proper position, and adjusting an alignment coil so that the center position of a monitor image may not change, even if it applies voltage to a lens 20 further.

[0177] (b) of drawing 18 is drawing showing the adjustment method of the alignment coil by the 3rd aperture 101. Namely, the 3rd aperture 101 transposes the electron beam 2 irradiated by the front face to a current signal, and displays it on a monitor. And the scan of the alignment mechanism 80 is carried out by the electric processor with the electron beam 2 in the state where the predetermined aperture area on the 3rd aperture 101 was extracted. If the scan of the aperture hole 101a is carried out at this time, the monitor image of aperture hole 101a will be obtained. Since the position of aperture hole 101a moves with a frog in scanning area, an aperture image is moved to the center on a monitor. The optical axis of the electron beam 2 over an aperture center can be doubled by adjusting an alignment coil so that the image of aperture hole 101a may be located in a proper position.

[0178] As mentioned above, while the same effect as the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation is acquired according to the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of **** 3, it can perform optical-axis doubling the electron beam by the alignment mechanisms 60-90 ease and with high precision by preventing the mutual interference of the adjoining alignment section.

[0179] Moreover, the alignment mechanisms 60-80 can be easily adjusted by using the 2nd and 3rd shaping apertures 100,101.

[0180] Furthermore, the shield member in the alignment mechanisms 70-90 can miniaturize the whole while it can omit parts since it is not prepared independently of optical system, but is constituted to serve also as the shield pole of optical system, and it does not newly need to prepare the parts as a shield member.

[0181] Drawing 19 is the block diagram showing the gestalt of operation of the 4th of the electron beam exposure system concerning this invention. In addition, in drawing 19, the same sign is given to the same functional division as drawing 11, and the detailed explanation is omitted. A different point from the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 3rd operation which this electron beam exposure system mentioned above is in the point of using the alignment mechanisms 110-130 instead of the alignment mechanisms 60-80. It is made to form the one alignment section 111,121,131 each by these alignment mechanisms 110-130. In this case, if it arranges in the lens for -ed, and the position kept away to the aperture for -ed, it is small alignment coil current, and big alignment power is obtained and it is advantageous in space efficiency.

[0182] Drawing 20 is the block diagram showing the gestalt of operation of the 5th of the electron beam exposure system concerning this invention. In addition, in drawing 20, the same sign is given to the same functional division as drawing 11, and the detailed explanation is omitted. A different point from the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 3rd operation which this electron beam exposure system mentioned above is the case applied when an electromagnetic lens 50 was used instead of an objective lens 26.

[0183] According to the gestalt of this operation, the same effect as the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 2nd and the 3rd operation can be acquired.

[0184] Drawing 21 is the block diagram showing the gestalt of operation of the 6th of the electron beam exposure system concerning this invention. In addition, in drawing 21, the same sign is given to the same functional division as drawing 2 mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0185] The electrostatic reducing glass 140 is formed instead of the electrostatic reducing glass 24, and a point which is different by the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of **** 6 and the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above is in the point that the electrostatic objective lens 141 is formed, instead of being the electrostatic objective lens 26.

[0186] 140d (the 2nd electrode) of space charge effect reduction electrodes by which the electrostatic reducing glass 140 was formed between cathode (1st electrode) 140a to which negative voltage is impressed, top screening-electrode 140b prepared in the upstream of this cathode 140a, bottom screening-electrode 140c prepared in the downstream of cathode 140a, and this bottom screening-electrode 140c and cathode 140a is prepared. Positive predetermined voltage is impressed to 140d of this space charge effect reduction electrode.

[0187] 141d (the 2nd electrode) of space charge effect reduction electrodes by which the electrostatic objective lens 141 was formed between cathode (1st electrode) 141a to which negative voltage is impressed, top screening-electrode 141b prepared in the upstream of this cathode 141a, bottom screening-electrode 141c prepared in the downstream of cathode 141a, and this bottom screening-electrode 141c and cathode 140a is prepared. Positive predetermined voltage is impressed to 141d of this space charge effect reduction electrode.

[0188] Next, an operation of the space charge effect reduction electrodes 140d and 141d is explained. Unlike the electromagnetic lens using the magnetic field, in the optical system which used the electrostatic lens, the electron beam is materialized in the lens function through operation of a slowdown and acceleration within an electrostatic lens. In the optical system which used the electron beam, the space charge effect becomes large as acceleration voltage falls, optical aberration increases and the amount of beam dotage becomes large.

[0189] (a) of drawing 22, (b), and (a) - (c) of drawing 23 are drawings showing typically the principle of the beam dotage which will be generated by the time it projects on the 13th page of a sample from the 2nd shaping aperture 7. That is, the

beam is shown by the inside alpha of (b) in drawing 22. In this beam alpha, the beam beta (optical aberration) generated by a certain aperture angle beam from the 2nd shaping aperture 7 is contained. The difference of Beam alpha and Beam beta shows the beam dotage generated in the space charge effect in an electrostatic lens.

[0190] Therefore, for making small the amount of beam dotage in the 13th page of a sample, it is necessary to make the beam dotage beta and beam dotage by the space charge effect as small as possible. That is, the space charge effect can be reduced by impressing voltage contrary to Cathodes 140a and 141a to the space charge effect reduction electrodes 140d and 141d.

[0191] Drawing 24 shows the lens effect of an objective lens 141 by the lens potential V_e . The drawing 24 solid line gamma 1 shows the case where an alternate long and short dash line gamma 3 makes the absolute value 1.2 times on positive voltage to the voltage impressed to cathode 141a, when the absolute value is made into 0.7 times on positive voltage to the voltage which impressed the dashed line gamma 2 to cathode 141a when voltage was not applied to 141d of space charge effect electrodes.

[0192] As shown at the (b) destructive line delta of drawing 22 in the case of gamma2 and gamma3 which were mentioned above, the space charge effect can be reduced. In addition, to the voltage impressed to cathode 141a, since the lens potential V_e does not serve as positive, the case where the absolute value is made into 0.5 to 1 time on positive voltage serves as optimal range. Moreover, if it is a 0.2 to 1.2 times as many range as this, the reduction effect over the space charge effect can fully be checked.

[0193] As mentioned above, in the electron beam exposure system which used the electrostatic lens, by forming the space charge effect reduction electrodes 140d and 141d, the space charge effect generated in slowdown operation in an electrostatic lens can be pressed down small, and the electron beam excellent in the definition with small dotage can be acquired.

[0194] In addition, its downstream is more effective although a space charge effect reduction electrode may be prepared in any of the upstream of an electron beam 2, and a downstream to a cathode. Moreover, you may make it prepare only the electrostatic-type objective lens 141 side.

[0195] Drawing 25 is the block diagram showing the gestalt of operation of the 7th of the electron beam exposure system concerning this invention. In addition, in drawing 25, the same sign is given to the same functional division as drawing 2 mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0196] In addition to the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation, in the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of **** 7, it has the control section 150. The drawing control section 151 a control section 150 decides a drawing pattern to be, and CP selection-control section 152 which chooses the proper cell on the 2nd shaping aperture 7 based on the signal from this drawing control section 151, The forming deviation AMP 153 which controls the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 based on the signal from this continuous-path-control section 152 The lighting lens excitation table 154 which stores the lighting scale factor corresponding to the position of each cell based on the signal from this forming deviation AMP 153, The signal from the excitation control section 155 which controls the electrostatic lighting lens 20 based on the scale factor defined on this lighting lens excitation table 154, and this excitation control section 155 was amplified, and it has AMP156 for lenses which drives the electrostatic lighting lens 20.

[0197] Drawing 26 and drawing 27 are explanatory drawings showing the principle which the difference in the electron optics way length generated in an electron beam exposure system produces, and the difference in reduction percentage produces by this with the position of the cell on the 2nd shaping aperture 7.

[0198] Electron optics way length until it returns to a center position C differs in the cell 160 located on the center position C of an electron gun 1 when choosing the cell on the 2nd shaping aperture 7 according to the pattern which should draw, as shown in drawing 26, and the cell 161 which estranged only tau 1 from the center position C. That is, in the case of a cell 160, in the case of K1 and a cell 161, it is set to K2. For this reason, compared with the crossover chi formed by the lighting optical path kappa 1 when the lighting optical path kappa 2 of the cell 161 which illuminated the 2nd shaping aperture 7 illuminates a cell 160, only tau 2 forms crossover chi' in the method of drawing 27 Nakagami. And the reduction percentage of the cell pattern image with which the pattern image was formed on the sample 13 of the electrostatic reducing glass 24 becomes large slightly compared with the case where a cell 160 is chosen.

[0199] In the pattern line breadth in the detailed wiring exposure formed on a sample 13 of this change, there is a possibility that may become the size which cannot be disregarded, the bond precision between patterns may fall, and the yield may fall.

[0200] In order that in addition to operation in the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above the lighting optical path produced according to the distance tau 1 from the center position C of a cell 161 may cancel the difference among tau 2 produced on optics and may make reduction percentage the same, it controls by the electron beam exposure system shown in drawing 25 as follows. That is, instructions of drawing of a pattern made into the purpose from the drawing control section 151 are sent to CP selection-control section 152. Based on the lighting lens excitation table 154, a lighting scale factor is changed into a suitable value for the excitation conditions of the lighting lens 20. By this, an electron beam 2 will reach the 2nd shaping aperture 7 through the amendment optical path kappa 3 rectified as shown in drawing 28. The electron beam 2 fabricated by the cell 161 passes the same optical path as the optical path in the case of a cell 160, and carries out image formation of the pattern image on a sample 13.

[0201] thus, in the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of **** 7, image formation of the pattern image which is a cell can be carried out on the 13th page of a sample with the same reduction percentage, without changing the operating condition of a projection lens (the electrostatic reducing glass 24 and electrostatic objective lens 25), even if it is the case where the position of a cell is distant from the center position C, while the same effect as the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above is acquired Moreover, since change of the lighting scale factor of the lighting lens 20 can follow optional selection of a cell and can be performed at high speed, it can draw at high speed.

[0202] Drawing 29 is the block diagram showing the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of the octavus of this invention. In addition, in drawing 29, the same sign is given to the same functional division as drawing 25 mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0203] In addition to the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation, in the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of this octavus, it has the control section 170. The drawing control section 171 a control section 170 decides a drawing pattern to be, and CP selection-control section 172 which chooses the proper cell on a shaping aperture 7 based on the signal from this drawing control section 171, The forming deviation AMP 173 which controls the 1st electrostatic fabrication deflecting system 21 and the 2nd electrostatic fabrication deflecting system 22 based on the signal from this continuous-path-control section 172 RL lens excitation table 174 which controls the reduction scale factor of the electrostatic reducing glass 24 based on the signal from the continuous-path-control section 172, The signal from the excitation control section 175 which controls the electrostatic reducing glass 24 based on the scale factor defined on this RL lens excitation table 174, and this excitation control section 175 was amplified, and it has AMP176 for RL lenses which drives the electrostatic reducing glass 24.

[0204] In order that the lighting optical path produced according to the distance τ_1 from the center position C of a cell 161 may cancel the difference among τ_2 produced on optics and may make reduction percentage the same, it controls by the electron beam exposure system shown in drawing 29 as follows. That is, instructions of drawing of a pattern made into the purpose from the drawing control section 171 are sent to CP selection-control section 172, and a cell is chosen. The electrostatic fabrication deflecting system 21 and 22 is controlled through the forming deviation AMP 173 so that an electron beam 2 is irradiated by the desired cell by this CP selection-control section 172. In addition, beforehand, according to reduction percentage, a cell adjusts a size and is formed.

[0205] The reduction percentage of the electrostatic reducing glass 24 which corresponds to the selected cell in RL lens excitation table 174 on the other hand is set up. According to this reduction percentage, it controls by the excitation control section 175 by the electrostatic reducing glass 24, and the electrostatic reducing glass 24 is driven through AMP176 for RL lenses.

[0206] Thereby, an electron beam 2 carries out image formation of the pattern image on a sample 13 through the rectified amendment lighting optical way κ_4 .

[0207] thus, in the electron beam exposure system concerning the gestalt of operation of this octavus, image formation of the pattern image which is a cell can be carried out on the 13th page of a sample in a proper size, without changing the operating condition of the electrostatic lighting lens 20, even if it is the case where the position of a cell separates from a center position C, while the same effect as the electron beam exposure system concerning the gestalt of the 1st operation mentioned above is acquired Moreover, since change of the reduction percentage by the electrostatic reducing glass 24 can follow optional selection of a cell and can be performed at high speed, it can draw at high speed.

[0208] In addition, as for this invention, it is needless to say for deformation implementation to be variously possible in the range which is not limited to the gestalt of the aforementioned implementation and does not deviate from the summary of this invention.

[0209]

[Effect of the Invention] The electron-beam-lithography method that a miniaturization and simplification of a system are realizable, and its equipment can be offered maintaining pattern drawing precision according to this invention, as a full account was given above.

[Translation done.]